

# **UNIVERSIDAD COMPLUTENSE DE MADRID**

FACULTAD DE VETERINARIA

DEPARTAMENTO DE MEDICINA Y CIRUGÍA ANIMAL



## **TESIS DOCTORAL**

**Estudio de un método de distracción articular para su utilización en las técnicas de artroscopia**

**MEMORIA PARA OPTAR AL GRADO DE DOCTORA**

**PRESENTADA POR**

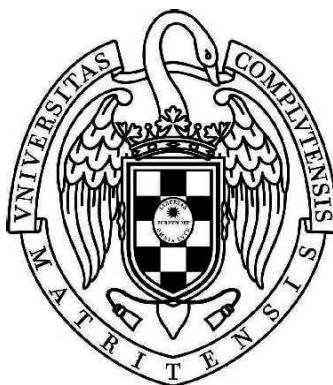
**Verónica Devesa García**

Directores

Jesús Rodríguez Quirós  
Fidel San Román Ascaso

**Madrid, 2014**

**UNIVERSIDAD COMPLUTENSE DE MADRID**  
**FACULTAD DE VETERINARIA**  
**MEDICINA Y CIRUGÍA ANIMAL**



**ESTUDIO DE UN MÉTODO DE DISTRACCIÓN ARTICULAR**  
**PARA SU UTILIZACIÓN EN LAS TÉCNICAS DE ARTROSCOPIA**  
**EN EL PERRO**

**TESIS DOCTORAL**

**VERÓNICA DEVESA GARCÍA**

**2014**







**UNIVERSIDAD COMPLUTENSE DE MADRID**  
**FACULTAD DE VETERINARIA**  
**MEDICINA Y CIRUGÍA ANIMAL**

**ESTUDIO DE UN MÉTODO DE DISTRACCIÓN ARTICULAR  
PARA SU UTILIZACIÓN EN LAS TÉCNICAS DE ARTROSCOPIA  
EN EL PERRO**

**Memoria presentada por**  
**VERÓNICA DEVESA GARCÍA**  
**para optar al Grado de**  
**Doctor en Veterinaria**

**Madrid, 2014**











**D. JESÚS RODRÍGUEZ QUIRÓS**, Profesor Contratado Doctor y **D. FIDEL SAN ROMÁN ASCASO**, Profesor Catedrático de Universidad, ambos pertenecientes a la Unidad Docente de Cirugía del Departamento de Medicina y Cirugía Animal de la Facultad de Veterinaria de la Universidad Complutense de Madrid,

**INFORMAN:**

Que la Tesis titulada **“ESTUDIO DE UN MÉTODO DE DISTRACCIÓN ARTICULAR PARA SU UTILIZACIÓN EN LAS TÉCNICAS DE ARTROSCOPIA EN EL PERRO”** realizada por la Licenciada en Veterinaria **Dña. VERÓNICA DEVESA GARCÍA**, y dirigida por los que suscriben, reúne los requisitos necesarios para su exposición y defensa, con el fin de optar al Grado de Doctor.

Y para que así conste y a los efectos oportunos, firmamos el presente informe en Madrid, a 20 de Enero de 2014.

D. Jesús Rodríguez Quirós

D. Fidel San Román Ascaso







***DEDICATORIA***



*Con todo mi cariño, para mis padres y hermanos,  
por haberlo dado todo para que yo lograra  
cuanto quisiese y por haberme ayudado  
y apoyado siempre.*

*A Quique, por todo su ánimo, paciencia y  
comprensión durante este tiempo.*





## ***AGRADECIMIENTOS***



## **AGRADECIMIENTOS**

Quiero expresar mis agradecimientos:

A Fidel San Román Ascaso, por la dirección de este trabajo y por haberme ayudado a unirme al Servicio de Cirugía mediante la obtención de la Beca Predoctoral, permitiéndome y animándome además, a participar en la docencia práctica de la asignatura.

A Jesús Rodríguez Quirós, por la dirección de esta tesis, por su trabajo, preocupación y ayuda para poner solución a las dificultades que han ido surgiendo, que ya he aprendido, son muchas durante un trabajo de investigación. Gracias por enseñarme todo lo que sé de esta especialidad, la traumatología veterinaria y por haberme dado la oportunidad de participar en la actividad clínica diaria como tu compañera.

A Gian Luca Rovesti, por haber diseñado la técnica de distracción presentada y por todo su trabajo y ayuda para que este estudio saliera adelante. Gracias por la confianza depositada en mí y por haberme enseñado a prestar atención a todos los pequeños detalles.

A todos los compañeros del Servicio de Cirugía, por haberme acogido y enseñado, así como por haberme permitido el uso de las instalaciones para llevar a cabo este trabajo.

A Ricardo García Mata, por el trabajo estadístico realizado.

A Isabel García Real, Jefa del Servicio de Diagnóstico por Imagen, por haberme permitido utilizar los equipos del servicio, por su confianza y por su comprensión.

A las técnicas del Servicio de Diagnóstico por Imagen, Carmen, Sonia e Isabel, por haberme enseñado el manejo de los equipos. Gracias por vuestra paciencia y vuestra preocupación.

A M<sup>a</sup>Ángeles Sánchez Pérez, Jefa del Servicio de Anatomía Patológica, por

## *Agradecimientos*

haberme permitido el uso de las instalaciones del servicio para la conservación del material biológico de este estudio.

A los técnicos de necropsias, Nacho y Ramón, por haberme ayudado cuando lo he necesitado. Gracias también por vuestros consejos.

Al Centro de Protección Animal, especialmente a M<sup>a</sup> Luisa Conti y Susana Ramírez, por haber proporcionado el material biológico para los cursos impartidos en la Facultad de Veterinaria UCM, gracias al cual ha podido llevarse a cabo este estudio.

A Antonio y María Jiménez, por su inestimable ayuda en algunas fases de este estudio.

A Laura, Secretaria del Departamento de Medicina y Cirugía Animal, por toda su ayuda en los asuntos administrativos.

A mis compañeros de despacho, Jesús M<sup>a</sup> y Carmen, por acogerme como una más desde el primer día. Gracias Carmen también por aceptarme en tus cirugías y por todo lo que me has enseñado.

A Pedro, por su gran ayuda durante aquellas largas tardes de estudio experimental. Muchas gracias, no sólo por el trabajo realizado, sino también por tu buen humor y por hacer de esas tardes de trabajo, unas tardes agradables entre amigos.

A Gabriel, por su ayuda y por haber sido un gran apoyo durante mi estancia en la Universidad de Tufts (Boston).

A los alumnos y alumnas internas de cirugía del curso académico 2011-2012. Sois muchos los que me ayudasteis, muchas gracias a todos, vuestra ayuda fue fundamental. Gracias al “equipo floral”, por vuestra ayuda durante las tardes de trabajo experimental y por todos los buenos momentos que me habéis hecho pasar durante consultas, quirófanos y fuera de los mismos.

A Antonio Rodríguez, por haberme acogido y guiado desde que empecé la carrera. Gracias por haberme introducido en el mundo de la investigación, por haberme

ayudado y haber confiado en mí en todo momento.

A Viole y Susana, con las que empecé una relación como compañeras de doctorado y han acabado siendo grandes amigas. Muchas gracias por todo, por compartir momentos felices y no tan felices, por todo el apoyo y ánimo que me habéis dado, por haber hecho los días más alegres.

A mis amigas de la facultad, por su apoyo y porque siempre han confiado en mí. Gracias por todos estos años, por seguir ahí y por la ilusión y alegría que tenéis con este trabajo.

A mis amigas del Colegio Mayor, por haber creído en mí en todo momento y por haber hecho de estos años lejos de casa y de la familia, unos años maravillosos e inolvidables. Gracias también a mis amigas de Alicante, porque han seguido de cerca este trabajo y por estar a mi lado a pesar de estar lejos, después de tantos años.

A mi familia, por haberme transmitido la importancia del esfuerzo y la educación. Muchas gracias por vuestro cariño y amor en todo momento; gracias por haberme hecho ser quién soy.

A mi marido, por haber sido mi compañero de alegrías y mi paño de lágrimas, gracias por haber estado ahí en todo momento. Has vivido esta tesis conmigo, me has enseñado a ser más fuerte y me has animado y levantado aún cuando tú estabas en momentos difíciles. Gracias por ser tan buen compañero de este camino que es la vida.



## ***ÍNDICE***





# **ÍNDICE**

## **1. INTRODUCCIÓN** ..... 1

## **2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA** ..... 7

2.1. Clasificación de las articulaciones .....	9
2.2. Anatomía y fisiología de las articulaciones sinoviales .....	11
2.3. Patología articular .....	19
2.4. Técnicas de diagnóstico .....	20
2.5. Artroscopia .....	22
2.5.1. Reseña histórica .....	22
2.5.2. Artroscopia en las diferentes articulaciones .....	24
2.5.2.1. Hombro .....	24
2.5.2.2. Codo .....	27
2.5.2.3. Articulación radiocubitocarpiana .....	29
2.5.2.4. Cadera .....	31
2.5.2.5. Rodilla .....	33
2.5.2.6. Articulación tibiotarsal .....	35
2.5.3. Inconvenientes y complicaciones .....	38
2.6. Distracción articular .....	41
2.6.1. Técnicas de distracción descritas en medicina humana para las diferentes articulaciones .....	44
2.6.1.1. Hombro .....	44
2.6.1.2. Codo .....	45
2.6.1.3. Articulación radiocubitocarpiana .....	45
2.6.1.4. Cadera .....	46
2.6.1.5. Rodilla .....	47
2.6.1.6. Articulación talocrural .....	48
2.6.2. Técnicas de distracción descritas en veterinaria para las diferentes articulaciones .....	49
2.6.2.1. Hombro .....	49
2.6.2.2. Codo .....	50
2.6.2.3. Carpo .....	50
2.6.2.4. Cadera .....	51
2.6.2.5. Rodilla .....	51
2.6.2.6. Articulación tibiotarsal .....	52

## **3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA, HIPÓTESIS DE TRABAJO Y OBJETIVOS DEL ESTUDIO** ..... 53

3.1. Planteamiento del problema .....	55
3.2. Hipótesis de trabajo .....	56
3.3. Objetivos del estudio .....	56

<b>4. MATERIAL Y MÉTODOS</b>	59
<b>4.1. Material</b>	61
<b>4.1.1. Material biológico</b>	61
<b>4.1.2. Material quirúrgico</b>	62
<b>4.1.3. Material de radiología</b>	63
4.1.3.1. Aparato de Rayos-X	63
4.1.3.2. Fluoroscopio	63
4.1.3.3. Chasis	64
4.1.3.4. Reveladora	64
4.1.3.5. Equipo de interpretación	65
4.1.3.6. Impresora	65
4.1.3.7. Otros	65
<b>4.1.4. Equipo de distracción</b>	66
4.1.4.1. Distractor general	66
4.1.4.2. Dinamómetro digital	66
4.1.4.3. Otros materiales	66
<b>4.2. Métodos</b>	71
<b>4.2.1. Protocolo general</b>	71
<b>4.2.2. Elección y preparación del paciente</b>	72
<b>4.2.3. Estudio radiológico previo</b>	73
4.2.3.1. Hombro	74
4.2.3.2. Cadera	78
4.2.3.3. Rodilla	82
4.2.3.4. Articulación tibiotarsal	85
<b>4.2.4. Estudio radiológico de la distracción</b>	88
4.2.4.1. Hombro	88
4.2.4.2. Cadera	90
4.2.4.2. Rodilla	92
4.2.4.4. Articulación tibiotarsal	94
<b>4.2.5. Estudio radiológico post-distracción</b>	96
<b>4.2.6. Método de medición de las imágenes digitales</b>	96
4.2.6.1. Hombro	96
4.2.6.2. Cadera	98
4.2.6.3. Rodilla	100
4.2.6.4. Articulación tibiotarsal	101
<b>4.2.7. Método estadístico</b>	104
4.2.7.1. Estudio general de todas las articulaciones	104
a) Valoración de la distracción	104
b) Valoración de los efectos de la flexión e introducción de aire intra-articular sobre la distracción obtenida	105
c) Valoración de la laxitud antes y después de la distracción	105
d) Valoración de la correlación entre el índice de masa corporal y la distracción	105
4.2.7.2. Estudio específico de la rodilla	105
a) Valoración de la distracción	105
b) Valoración de la distracción-distensión	105
c) Comparación del espacio articular obtenido mediante distracción y mediante distracción-distensión	106
d) Valoración de la laxitud antes y después de la	

distracción .....	106
e) Valoración de la correlación entre el índice masa corporal y la distracción .....	106

## **5. RESULTADOS** .....

<b>5.1. Hombro</b> .....	109
<b>5.1.1. Datos de la población de estudio</b> .....	109
<b>5.1.2. Valoración del ángulo medio-lateral</b> .....	110
<b>5.1.3. Valoración de la distracción</b> .....	110
<b>5.1.4. Valoración de la flexión y la introducción de aire intra-articular</b> .....	112
<b>5.1.5. Valoración de la laxitud articular</b> .....	112
<b>5.1.6. Valoración de la correlación entre el índice de masa corporal y la distracción obtenida</b> .....	113
<b>5.2. Cadera</b> .....	116
<b>5.2.1. Datos de la población de estudio</b> .....	116
<b>5.2.2. Valoración de la distracción</b> .....	116
<b>5.2.3. Valoración de la introducción de aire intra-articular</b> .....	117
<b>5.2.4. Valoración de la laxitud articular</b> .....	118
<b>5.2.5. Valoración de la correlación entre el índice de masa corporal y la distracción obtenida</b> .....	118
<b>5.3. Rodilla</b> .....	120
<b>5.3.1. Estudio general</b> .....	120
5.3.1.1. Datos de la población de estudio .....	120
5.3.1.2. Valoración de la distracción .....	120
5.3.1.3. Valoración de la introducción de aire intra-articular.....	122
5.3.1.4. Valoración de la laxitud articular .....	122
5.3.1.5. Valoración de la correlación entre el índice de masa corporal y la distracción obtenida.....	122
<b>5.3.2. Estudio específico</b> .....	124
5.3.2.1. Datos de la población de estudio .....	124
5.3.2.2. Valoración de la distracción .....	124
5.3.2.3. Valoración de la distracción-distensión .....	125
5.3.2.4. Comparación del espacio articular obtenido mediante distracción y mediante distracción-distensión.....	126
5.3.2.5. Valoración de la laxitud articular .....	127
5.3.2.6. Valoración de la correlación entre el índice de masa corporal y la distracción obtenida.....	127
<b>5.4. Articulación tibiotarsal</b> .....	130
<b>5.4.1. Datos de la población de estudio</b> .....	130
<b>5.4.2. Valoración de la distracción</b> .....	130
<b>5.4.3. Valoración de la introducción de aire intra-articular</b> .....	132
<b>5.4.4. Valoración de la laxitud articular</b> .....	132
<b>5.4.5. Valoración de la correlación entre el índice de masa corporal y la distracción obtenida</b> .....	133

## **6. DISCUSIÓN** .....

<b>6.1. Discusión del material y método</b> .....	137
---	-----

6.1.1. Material biológico empleado.....	137
6.1.2. Método empleado .....	141
6.2. Discusión de los resultados .....	143
6.2.1. Hombro.....	143
6.2.2. Cadera .....	148
6.2.3. Rodilla .....	155
6.2.3.1. Estudio general.....	156
6.2.3.2. Estudio específico.....	158
6.2.4. Articulación tibiotarsal .....	161
<b><u>7. CONCLUSIONES</u></b> .....	167
<b><u>8. RESUMEN</u></b> .....	171
8.1. Introducción .....	173
8.2. Objetivos.....	175
8.3. Material y Métodos .....	175
8.4. Resultados.....	176
8.4.1. Hombro.....	176
8.4.2. Cadera .....	177
8.4.3. Rodilla .....	178
8.4.4. Articulación tibiotarsal .....	178
8.5. Conclusiones.....	179
<b><u>9. SUMMARY</u></b> .....	181
9.1. Introduction .....	183
9.2. Objectives .....	184
9.3. Material and Methods.....	185
9.4. Results .....	186
9.4.1. Shoulder .....	186
9.4.2. Hip joint .....	187
9.4.3. Stifle joint .....	187
9.4.4. Tibiotarsal joint .....	188
9.5. Conclusions .....	188
<b><u>10. BIBLIOGRAFÍA</u></b> .....	191

## ***ABREVIATURAS***



## **ABREVIATURAS**

BMI	“ <i>Body Mass Index</i> ” (Índice de masa corporal en inglés)
°C	Grados centígrados
CdCr	Caudocraneal/Caudocraneales (proyección radiológica)
CrCd	Craneocaudal/Craneocaudales (proyección radiológica)
cm	Centímetro/Centímetros
d	Distancia acetábulo-cabeza femoral
Fig.	Figura
Figs.	Figuras
ID	Índice de distracción
IMC	Índice de masa corporal
IN	Índice neutro
Kg	Kilogramo/Kilogramos
L	Distancia punto lateral
lb	Libras
LL	Laterolateral/Laterolaterales (proyección radiológica)
M	Distancia punto medial
M.	Músculo
m	Metro/metros
ml	Mililitro/mililitros
ML	Mediolateral/Mediolaterales (proyección radiológica)
Mm.	Músculos
mm	Milímetro/Milímetros
N	Newton/Newtons (Unidad de fuerza)
Nm	Newton metro (Unidad de medida de esfuerzo de torsión, también llamado «momento» o «torque»)
OA	Osteoartrosis
P	Valor P
PMMA	Polimetilmetacrilato
r	Radio de la cabeza femoral
RM	Resonancia magnética
SSF	Suero salino fisiológico
TAC	Tomografía axial computerizada



VD      Ventrodorsal/Ventrodorsales (proyección radiológica)

## ***1. INTRODUCCIÓN***



# **1. INTRODUCCIÓN**

Actualmente es cada vez mayor la preocupación que los propietarios tienen por sus mascotas, ya que, por una parte, viven en nuestras casas y forman parte de nuestra vida diaria, y por otra, en el caso de los perros, son animales que pueden entrenarse para una labor concreta, siendo el caso de los perros guía, los perros policía o los perros empleados para la caza mayor y menor.

Hay numerosas patologías y lesiones que pueden sufrir estos animales, pero dentro de ellas, hay algunas que pueden afectar la salud de los mismos entorpeciendo su vida cotidiana. Un ejemplo de éstas son los problemas ortopédicos y traumatológicos, que pueden afectar la movilidad y por tanto, su vida normal. Las articulaciones de las extremidades son las que permiten una actividad normal del animal y proporcionan estabilidad durante los movimientos, por lo que problemas en las mismas son causa de un movimiento anómalo. Cualquier alteración en las articulaciones o en los componentes que las conforman dará lugar a dolor, malestar, alteraciones en la marcha y en el rango normal de movilidad articular, lo cual impedirá la consecución de los movimientos y por tanto de una vida normal.

Estos problemas están actualmente aumentando, tanto en el ser humano como en los pequeños animales geriátricos, como consecuencia de las mayores esperanzas de vida de la sociedad actual (Piermattei y col., 2006). Además, con el objetivo de conseguir razas puras, se han perpetuado factores genéticos que predisponen a ciertas patologías articulares, como son la displasia de codo (Griffon y col., 2012) y la displasia de cadera (Smith y col., 2012a), enfermedades más estudiadas en la especie canina como consecuencia de su incidencia y la sintomatología que causa en esta especie. Estas enfermedades son las que interfieren en la consecución de una vida normal para el animal, y su diagnóstico y tratamiento puede convertirse en un reto en determinadas ocasiones. Existen otros factores medioambientales que, junto a los factores genéticos, también pueden influir en el desarrollo de problemas articulares, como es el tipo de hábitat, el tipo de alimentación, el ejercicio o el peso de los animales. Aunque un peso elevado no es la causa directa de los problemas articulares, se ha observado que es un factor importante en el desarrollo de patologías, contribuyendo al desgaste y degeneración del cartílago articular (Piermattei y col., 2006; Smith y col., 2012a). Actualmente, en el mercado se dispone

## *Introducción*

de una gran variedad de dietas adecuadas para los animales domésticos, sin embargo, todavía son muy frecuentes los problemas de obesidad, relacionados con la dieta o con la vida sedentaria.

Hasta hace unos años, las articulaciones eran únicamente abordadas de forma quirúrgica mediante artrotomías, durante las cuales se realizaba el diagnóstico definitivo y/o posteriormente se procedía al tratamiento de la lesión. A lo largo del siglo XX se ha ido desarrollando la artroscopia como técnica diagnóstica y terapéutica mínimamente invasiva, primero en el ser humano y posteriormente en medicina veterinaria. Sin embargo, este procedimiento puede resultar de cierta dificultad como consecuencia del pequeño espacio articular y puede ocasionar ciertas complicaciones derivadas del manejo del instrumental en el interior de la articulación o de un diagnóstico falso.

Por este motivo, se han desarrollado diferentes técnicas de distracción articular en medicina humana, consistentes en aparatos o sistemas que, aplicados de diversas formas en las articulaciones, consiguen incrementar el espacio en las mismas, permitiendo la realización de procedimientos artroscópicos de una forma más efectiva y segura. En medicina humana se han realizado numerosos estudios sobre la distracción en las diferentes articulaciones, en los que se han utilizado distintas técnicas y se han descrito las ventajas y posibles inconvenientes y complicaciones de la realización de la misma durante la artroscopia. Además, se han publicado estudios sobre la fuerza a aplicar, los efectos de la distensión en la distracción, los espacios articulares conseguidos y las formas de reducir el riesgo de complicaciones como consecuencia de la tracción.

La distracción articular podría significar obtener ciertos beneficios durante las artroscopias en medicina veterinaria, donde los espacios articulares pequeños hacen muchas veces de la técnica un gran reto. Sin embargo, apenas hay estudios que describan procedimientos distractores, y menos aún que describan la cantidad de fuerza que se puede aplicar a cada articulación, la cantidad de espacio articular en relación a la fuerza aplicada o los riesgos potenciales derivados de su ejecución.

Por todo ello, en este estudio se describe una nueva técnica de distracción articular para emplear en el perro durante los procedimientos artroscópicos, pudiendo mejorar así la visualización de estructuras y por tanto, el diagnóstico y tratamiento de

lesiones articulares que puedan afectar a la movilidad de nuestros pequeños animales. Además, se relacionarán los espacios obtenidos con la cantidad de fuerza aplicada, se evaluarán los efectos de la distensión y la flexión sobre la distracción y se valorarán posibles complicaciones derivadas de la misma.



## ***2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA***





## **2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA**

### **2.1. CLASIFICACIÓN DE LAS ARTICULACIONES**

El diagnóstico y el tratamiento de las afecciones articulares que limitan la movilidad de los pequeños animales dependen de un buen conocimiento de la anatomía y fisiología de las articulaciones.

Histológicamente, el principal soporte del sistema musculoesquelético es el tejido conectivo, que compone las diferentes estructuras articulares. Este tejido está integrado por células y matriz extracelular. Las principales células de sostén que forman el tejido conectivo son los fibroblastos, condrocitos, osteocitos, miofibroblastos y adipocitos, mientras que la matriz extracelular está compuesta por proteínas fibrilares (colágeno, fibrilina, elastina y fibronectina) y glucosaminoglicanos (condroitín sulfato y ácido hialurónico, entre otros). Tanto el tejido óseo, como el cartilaginoso, son dos tipos especiales de tejido conectivo (Kierszenbaun y col., 2008). Otros elementos articulares, como son los ligamentos, meniscos y la cápsula articular también están compuestos por tejido conjuntivo.

Las articulaciones se clasifican de acuerdo a su estructura (características anatómicas) y su función (movimiento que permiten). La clasificación de las articulaciones resulta complicada, presentando ciertas limitaciones, ya que hay estructuras con diferentes tipos de tejidos o que se modifican a lo largo de la vida del animal. En nuestros animales domésticos existen tres tipos de articulaciones en función de sus características anatómicas:

1. *Articulaciones fibrosas*, cuyos componentes están unidos por tejido fibroso, presentando una movilidad muy reducida o inexistente. Existen tres tipos: sindesmosis, donde la unión se realiza a través de una mayor cantidad de tejido conectivo denso (articulación entre la tibia y el peroné) (*Figura 1*), suturas, como es la unión de los huesos del cráneo en el adulto, mediante una capa delgada de tejido conjuntivo denso irregular (*Figura 2*) y gonfosis, como en el caso de la unión de los dientes a la mandíbula a través del ligamento periodontal.



Fig. 1 (Imagen de la izquierda). Sin-des-mosis entre la tibia y el peroné en el perro (Imagen obtenida de Latorre y col., 2009).

Fig. 2 (Imagen de la derecha). Suturas en el perro (Imagen obtenida de Popesko, 1998).

2. *Articulaciones cartilaginosas*, donde los huesos se unen por cartílago hialino, fibrocartílago o mixto y cuya movilidad es limitada, permitiendo la compresión y la distensión. Existen dos tipos: sincondrosis, que son uniones temporales y sínfisis, las cuales son permanentes. Ejemplos de este tipo de articulaciones son las placas de crecimiento de los huesos, las sínfisis mandibular o pélvica (Figura 3A) y los discos intervertebrales (Figura 3B).

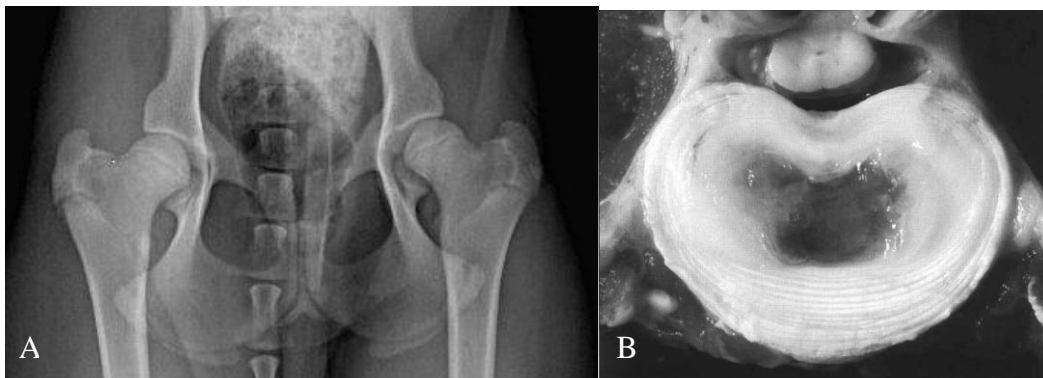


Fig. 3. Articulaciones cartilaginosas. A (Imagen de la izquierda): Sínfisis pélvica del perro.

B (Imagen de la derecha). Fibrocartilago del disco intervertebral del perro (Imágenes obtenidas de Thompson y col., 2007).

3. *Articulaciones sinoviales*, formadas por una cavidad sinovial, dos o más superficies articulares recubiertas por cartílago hialino, una membrana sinovial y líquido sinovial (Figura 4). Además, hay algunas que presentan otros componentes (meniscos, ligamentos, tejido adiposo).

Este tipo de articulaciones son las que presentan mayor movilidad y por tanto, son las que fundamentalmente preocupan en la clínica diaria puesto que condicionan la vida de los animales (Thompson y col., 2007; Tortora y col., 2013).

Desde el punto de vista funcional, las articulaciones se clasifican en función del grado de movimiento que permiten:

- *Sinartrosis*: articulación inmóvil.
- *Anfiartrosis*: articulación con movimiento limitado.
- *Diartrrosis*: articulación que permite gran movimiento. Todas las diartrosis son articulaciones sinoviales, con gran variedad de formas y permitiendo movimientos diferentes (Tortora y col., 2013).

## **2.2. ANATOMÍA Y FISIOLÓGÍA DE LAS ARTICULACIONES SINOVIALES**

Las principales funciones de las articulaciones sinoviales son facilitar el movimiento, hacerlo eficaz desde el punto de vista energético, sin dolor y dar soporte al sistema músculoesquelético, así como transmitir las cargas. En el ser humano, más de 1-3 veces el peso corporal durante la marcha y de 5-10 veces el peso corporal durante la carrera se transmite a través del cuerpo al suelo, siendo parte de la energía asociada al movimiento disipada en músculos y huesos, pero otra gran parte es transmitida a través de las articulaciones de la cadera y rodilla (Todhunter y col., 1993), de ahí la gran importancia de su correcta conservación.

Todos los componentes de las articulaciones sinoviales participan en el desarrollo de un movimiento adecuado, limitando los movimientos anormales que harían perder la estabilidad del cuerpo. De este modo, la forma de las superficies articulares determinan el tipo de movimientos entre los huesos, restringiendo la libertad de los huesos al movimiento, a lo cual también contribuyen los ligamentos y la cápsula articular que mantienen los huesos unidos y las articulaciones estables. Además, externamente, las unidades musculotendinosas que rodean las diferentes articulaciones, controlan también el movimiento rotacional (Todhunter y col., 1993).

Los elementos que conforman las articulaciones sinoviales (*Figura 4*) son :

1. **Cápsula articular.** Está formada externamente por un tejido fibroso que se une al periostio del hueso en cada extremo de la articulación, y la membrana sinovial, en contacto con el líquido articular. La cápsula rodea toda la articulación, definiendo la cavidad articular. La membrana fibrosa restringe el rango de movimiento de la articulación, ayudada también por engrosamientos focales o ligamentos. Los tendones también pueden unirse a este tejido e incrementar el soporte. En patologías articulares crónicas se produce un engrosamiento de la cápsula fibrosa que da lugar a una reducción del rango de movilidad articular. La membrana sinovial recubre todas las estructuras articulares, con excepción del cartílago articular y los meniscos en el caso de la rodilla. En ciertas áreas, la membrana sinovial presenta vellosidades, que permiten la expansión de la membrana con el movimiento o con los cambios de presión. Sus células (sinoviocitos) tienen dos funciones básicas, la fagocitosis (células tipo A) y la producción de líquido sinovial (células tipo B) (Thompson y col., 2007). Hay un tercer tipo de células (tipo C), que tienen función de sostén (García y col., 1998).
2. **Líquido sinovial.** Se encuentra en el interior de la cápsula articular y es un líquido viscoso, claro, sin color o ligeramente amarillento. Se trata de un dializado de plasma, aunque con algunas diferencias en la composición, ya que presenta los glucosaminoglicanos, proteoglicanos y otras macromoléculas sintetizadas por los sinoviocitos y otras células de la membrana sinovial. La viscosidad del líquido se debe a su contenido en hialuronano y varía entre las articulaciones, así como su volumen. Su función principal es actuar como lubricante, para reducir la fricción entre las superficies cartilaginosas, pero también proporciona nutrición al cartílago y mantiene el balance electrolítico. Generalmente el volumen de líquido en las articulaciones sinoviales es pequeño, aunque éste se incrementa en situaciones de lesión o inflamación. Esto se produce como consecuencia de una alteración en la permeabilidad de la membrana sinovial, dando lugar a la liberación de mediadores de la inflamación que provocará una alteración en el balance oncótico y por tanto en el volumen.

- 3. Cartílago articular.** Recubre las superficies articulares y participa por tanto en la transmisión de fuerzas, reduciendo la fricción. En animales jóvenes su apariencia es lisa y blanquecina, mientras que en animales de edad avanzada se vuelve amarillento, menos elástico y opaco. El grosor del cartílago varía en función de las superficies articulares, siendo mayor en aquellas zonas donde hay una mayor carga de peso. Está compuesto de agua en un 70-80% y de colágeno y proteoglicanos, en menor proporción. El componente celular del cartílago son los condrocitos. Carece de vasos sanguíneos e inervación. Al carecer de vasos sanguíneos, se nutre principalmente del líquido sinovial, excepto en los animales jóvenes, donde también se nutre a partir del hueso subcondral. Al no presentar inervación, las lesiones cartilaginosas no producen dolor, pero sí se produce en el caso de lesión del hueso subcondral o de la membrana sinovial. Por último, se debe tener en cuenta que la composición química del cartílago articular se modifica con la edad, ya que se reduce el contenido en proteoglicanos.

Ante una lesión en el cartílago articular, éste presenta cierta limitación en la regeneración. Los condrocitos tienen poca actividad mitótica y poca capacidad de incrementar la síntesis de la matriz extracelular. Además, la capacidad de regeneración del cartílago disminuye con la edad. En lesiones superficiales, en las que no se produce hemorragia ni proceso inflamatorio, los condrocitos de alrededor proliferan formando agrupaciones, pero no migran hacia la lesión, por lo que ésta persiste. Sin embargo, en lesiones más profundas, donde se produce hemorragia procedente del hueso subcondral, el defecto se rellena por un hematoma, el cual es invadido por células inflamatorias y mesenquimatosas, que producirán una matriz rica en proteoglicanos. Alrededor de 6-8 semanas tras la lesión, el defecto se habrá ocupado por un fibrocartílago. Generalmente con el tiempo aparecerán signos degenerativos, aunque en algunos casos se ha visto que este fibrocartílago puede remodelarse y parecerse a un cartílago articular normal.

- 4. Otros componentes: ligamentos y meniscos.** Estas estructuras contribuyen también a incrementar la estabilidad durante los movimientos. Los ligamentos están formados por fibroblastos y una matriz extracelular formada por fibras de colágeno dispuestas longitudinalmente,

proteoglicanos y agua, mientras que los meniscos son estructuras fibrocartilaginosas, fuertes y flexibles, compuestas de colágeno y glicosaminoglicanos. Los meniscos se encuentran unidos a los ligamentos a la cápsula fibrosa, extendiéndose en el espacio articular, entre las superficies articulares. No están recubiertos por membrana sinovial y presentan vascularización e inervación. Estructuras similares se encuentran también en la articulación temporomandibular (Thompson y col., 2007).

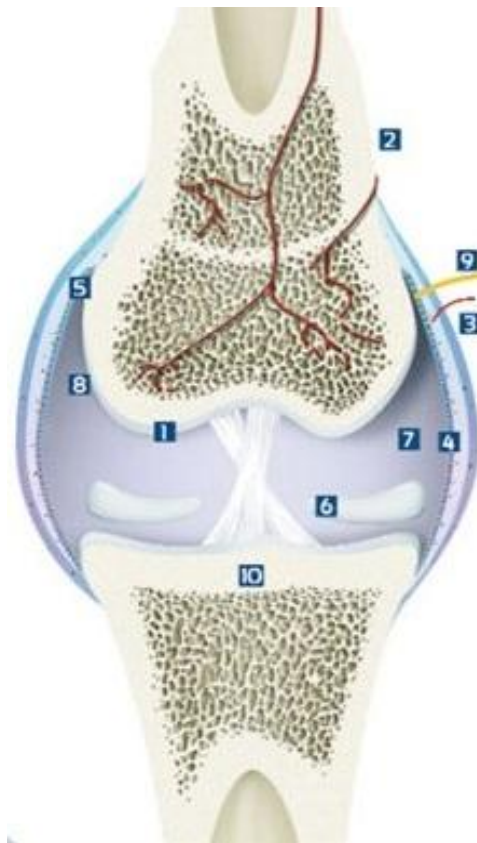


Fig. 4. Esquema de articulación sinovial: rodilla del perro. 1) Cartílago hialino 2) Periostio 3) Capa fibrosa de la cápsula articular 4) Membrana sinovial 5) Receso sinovial 6) Menisco 7) Cavidad articular 8) Vellosidades 9) Vasos y nervios 10) Hueso subcondral (Imagen obtenida de Flores, 2012).

Las extremidades presentan articulaciones de este tipo, las cuales permiten a los animales deambular. Así, cualquier alteración en estas estructuras puede dar lugar a una clínica dolorosa, cojeras, deformidades y por tanto una función anómala de la extremidad. Además, un episodio agudo de inestabilidad a nivel articular puede progresar lentamente a una enfermedad crónica degenerativa u osteoartrosis. El objetivo del clínico consiste en realizar un diagnóstico adecuado de la lesión y proceder a su tratamiento lo antes posible para minimizar estos cambios degenerativos. Para ello, es necesario conocer la anatomía de la articulación afectada.

Estas articulaciones se pueden clasificar en función de la forma articular que presentan:

- *Articulación plana*, presente entre los procesos articulares de las vértebras, cuyas superficies son planas.
- Articulación esferoidea, que presenta una depresión articular esférica menor a la de un hemisferio, como es el caso del hombro y la cadera.
- *Articulación en pivote o trocoide*, como es el caso de la articulación entre el atlas y el diente del axis.
- *Articulación elipsoide*, formada por una superficie elipsoide o convexa que encaja con su concavidad correspondiente (articulación atlanto-occipital).
- *Articulación selar o en silla de montar*, como es el caso de la articulación interfalangeana distal.
- *Articulación condilar*, formada por uno o dos cóndilos sobre una depresión articular (articulación temporomandibular). Dentro de este tipo se han incluido otros tipos especiales, como son la articulación del codo (*en bisagra o gínglimo*), articulación tarsocrural (*coclear*), femorotibial (espiral) y femoropatelar (*de deslizamiento*) (Budras y col., 2007).

A continuación se realiza una breve descripción anatómica de las articulaciones objeto de este estudio (hombro, cadera, rodilla y tarso).

El **hombro o articulación escapulohumeral** es una articulación esferoidea, compuesta por dos superficies articulares (cavidad glenoidea y cabeza humeral), que permiten el movimiento en todas direcciones (*Figura 5*). Esta articulación carece de los ligamentos externos típicos de las articulaciones sinoviales; sin embargo, presenta dos refuerzos internamente a la cápsula articular (los ligamentos glenohumerales medial y lateral). La función del hombro se lleva a cabo mediante la contracción de los músculos infraespinoso y subescapular, que a su vez actúan de ligamentos colaterales lateral y medial, respectivamente, aunque son varios los músculos que actúan sobre el hombro. Además, una vaina sinovial rodea el tendón del M. del bíceps braquial, que se mantiene en su posición mediante el retináculo transversal (Ruberte y col., 1996; Budras y col., 2007).





Fig. 5. Articulación escapulohumeral (Imagen cedida por Concepción Rojo Salvador).

La **cadera o articulación coxofemoral** también es una articulación esferoidea formada por el acetábulo de la cadera y la cabeza femoral (*Figura 6*) El borde acetabular está compuesto de fibrocartílago y la cabeza femoral está recubierta de cartílago excepto en su área central, donde se inserta el ligamento redondo que fija la cabeza del fémur al acetábulo. La articulación de la cadera puede llevar a cabo movimientos en todas direcciones y carece de ligamentos externos.



Fig. 6. Articulación coxofemoral (Imagen cedida por Concepción Rojo Salvador).

La articulación de la **rodilla** es compleja, formada por las articulaciones femorotibial, femorrotuliana y tibioperoneana proximal, la articulación entre el fémur

y los huesos sesamoideos del gastrocnemio y la articulación entre la tibia y el hueso sesamoideo del músculo poplíteo (*Figura 7*). La primera corresponde a la articulación del fémur y la tibia, y es un tipo especial de articulación condilar, tal y como se ha comentado anteriormente. A nivel distal del fémur se encuentran los cóndilos femorales (lateral y medial), que además presentan una superficie caudal en la cual articulan con los sesamoideos lateral y medial. El fémur distal presenta además, dos epicóndilos (lateral y medial), que son las prominencias donde se insertan los ligamentos colaterales de la rodilla. En su parte craneal el fémur presenta la tróclea femoral, superficie mediante la cual articula con la rótula, dando lugar a una articulación deslizante (Liebich y col., 2004; Budras y col., 2007). Los dos meniscos de la articulación femorotibial están sujetos a la superficie articular proximal de la tibia (meseta tibial) mediante los ligamentos meniscotibiales (ligamentos tibiales craneales y caudales de los meniscos). Además un ligamento intermeniscal (ligamento transverso de la rodilla) los une cranealmente, el ligamento meniscofemoral une el menisco lateral con el fémur, mientras que el menisco medial está sujeto firmemente al ligamento colateral medial (Martínez y col., 1998; Ruberte y col., 1998; Liebich y col., 2004). Además de los ligamentos colaterales, las superficies articulares femoral y tibial se encuentran unidas mediante los ligamentos cruzados craneal y caudal. El ligamento cruzado craneal presenta dos bandas (craneomedial y caudolateral), que presentan las funciones de limitar el desplazamiento craneal de la tibia, su rotación interna y prevenir la hiperextensión de la rodilla (Rodríguez-Quirós y col., 2008). La parte lateral de la tibia presenta además una superficie articular con la cabeza del peroné.

La articulación femorotibial realiza movimientos fundamentalmente de flexión y extensión, aunque también puede presentar ligera abducción y adducción, así como rotación externa e interna. Sin embargo, la articulación femororrotuliana únicamente puede llevar a cabo el deslizamiento de la rótula en la tróclea femoral. La rótula es un hueso sesamoideo con una superficie articular recubierta de cartílago que se encuentra incorporada en el ligamento rotuliano, el cual se inserta proximal en la tuberosidad tibial. Este ligamento rotuliano se inserta además, al fémur mediante los ligamentos pararrotulianos medial y lateral.



Fig. 7. Articulación de la rodilla (Imagen cedida por Concepción Rojo Salvador).

El **tarso** se compone de tres filas de huesos dando lugar a las articulaciones tarsocrural (también llamada tibiotarsal o talocrural), articulación intertarsal proximal (talocalcaneocentral y calcaneocuartal), intertarsal distal (centrodistal), tarsometatarsiana y articulaciones intertarsianas perpendiculares (*Figura 8*). La primera de ellas es de tipo coclear, mientras que las intertarsales y la tarsometatarsiana son sinoviales planas. De estas cuatro articulaciones, la que se estudia en este trabajo es la más proximal, es decir, la articulación tibiotarsal, que une la tibia distal con la primera fila de los huesos del tarso. Las superficies articulares en contacto son la cóclea de la tibia, la tróclea del astrágalo y la superficie articular del maléolo lateral de la tibia. Además del astrágalo, que se encuentra en posición medial, esta primera fila está formada por el calcáneo, en posición lateral. Esta articulación permite el movimiento en un único plano (flexión-extensión) y una muy ligera rotación. La articulación intertarsal proximal está compuesta por las articulaciones talocalcaneocentral (existente entre el talo y el hueso central) y la articulación calcaneocuartal (entre el calcáneo y el hueso tarsal IV). Esta articulación es de tipo sinovial plana, permitiendo una ligera rotación. Del mismo tipo es la articulación intertarsal distal, la cual está presente entre el hueso central y los huesos tarsales I-III, permitiendo muy poco movimiento. Por último, la articulación tarsometatarsiana es la existente entre los huesos tarsales I-IV y los metatarsianos I-IV, presentando, al igual que la anterior, muy poco movimiento. La articulación del tarso presenta dos ligamentos colaterales (lateral y medial), cada uno de ellos dividido en dos porciones,

larga y corta (calcaneoperonea y calcaneometatarsiana en el caso del lateral y tibiotalar, tibiocalcanea y tibiocentral en el caso del ligamento colateral medial). Además, otros ligamentos que unen los huesos de la articulación del tarso entre sí o a los metatarsianos son el ligamento talocalcaneo, los ligamentos tarsometatarsianos, el ligamento plantar largo y los ligamentos interóseos. También a este nivel se encuentran numerosos tendones de la musculatura de la pierna y dos retináculos de los extensores (proximal y distal) (Ruberte y col., 1998; Liebich y col., 2004; Budras y col., 2007).



Fig. 8. Articulación del tarso (Imagen cedida por Concepción Rojo Salvador).

## **2.3. PATOLOGÍA ARTICULAR**

Las patologías que afectan a las articulaciones se pueden clasificar en dos tipos :

- a. *Patologías articulares no inflamatorias*, entre las que se encuentran la enfermedad articular degenerativa (EDA) u osteoartritis (osteoartritis) (OA), las neoplasias y las lesiones traumáticas. La EDA u OA es una condición frecuente tanto en medicina humana, como en veterinaria. La terminología EDA u OA puede resultar confusa, ya que en algunas ocasiones se emplea el término osteoartritis para referirse a estos cambios degenerativos; sin embargo, como consecuencia de su

naturaleza degenerativa y no inflamatoria (a diferencia de la artritis, la cual se define como un proceso inflamatorio en la articulación), es más correcto hablar de OA o EDA. Esta patología puede ser primaria, cuando no hay causas evidentes de degeneración, aparece en animales de edad avanzada, y secundaria, donde hay una causa que provoca la degeneración articular (p.ej. displasia de cadera, rotura de ligamentos, fracturas...) (Piermattei y col., 2006; Thompson y col., 2007).

- b. *Patologías articulares inflamatorias o artritis*, que pueden ser infecciosas (artritis sépticas) o no infecciosas (artritis inmunomediadas que pueden ser de tipo erosivo y no erosivo). El término “artritis” se refiere a la presencia de inflamación en diferentes componentes articulares, además de la membrana sinovial, mientras que el término “sinovitis” se refiere a la inflamación de la membrana sinovial. Cuando ocurre un proceso inflamatorio a nivel de la vaina tendinosa se denomina “tenosinovitis”, puesto que a menudo se acompaña de inflamación sinovial (Piermattei y col., 2006).

## **2.4. TÉCNICAS DE DIAGNÓSTICO**

Actualmente, para llevar a cabo el diagnóstico de las patologías articulares se pueden combinar diferentes técnicas diagnósticas: radiología, ecografía, tomografía axial computerizada (TAC), resonancia magnética nuclear (RM), artroscopia y análisis del líquido sinovial.

Más de un siglo después de su descubrimiento, los rayos X siguen teniendo una extensa aplicación en la medicina humana y veterinaria. Sin embargo, una de las limitaciones de la radiografía es que las imágenes obtenidas son presentaciones bidimensionales de cuerpos tridimensionales, lo que da lugar a la superposición de estructuras. Por ello, se han desarrollado otras técnicas de diagnóstico por imagen que permiten la visualización de secciones transversales dando lugar a una imagen interna del cuerpo a estudiar. Actualmente las técnicas de imagen que permiten obtener secciones transversales son la ecografía, la RM y el TAC (Berry y col., 2003).

La valoración ecográfica de las articulaciones en medicina veterinaria comenzó en la década de los 80, siguiendo una evolución lenta; no obstante, en los últimos años se han llevado a cabo avances en la valoración ecográfica de los tejidos blandos que rodean a las articulaciones (Rivas, 2011; Cámara, 2014).

Sin embargo, actualmente, el TAC y la RM se han convertido en los nuevos objetivos de estudio para la valoración articular. El TAC emplea rayos X, al igual que la radiografía (Berry y col., 2003). Recientemente se ha descrito el uso del TAC como técnica adecuada para el diagnóstico de fracturas en el tarso, por conseguir una reconstrucción exacta de los elementos que lo constituyen (Galateanu y col., 2013) y en el diagnóstico de patologías del hombro (Maddox y col., 2013). También su uso se ha extendido para el diagnóstico de patologías en el codo (Samoy y col., 2012), describiéndose también trabajos donde se utiliza para la determinación de varo y torsión femoral en el perro (Dudley y col., 2006), el diagnóstico de lesiones meniscales (Tivers y col., 2008) o para la valoración de laxitud en la cadera (Kishimoto y col., 2008).

La RM se basa en las propiedades magnéticas naturales de los átomos y ha sido la modalidad más reciente de obtención de imágenes en secciones que ha tenido gran aceptación fundamentalmente para la visualización de tejidos blandos, médula ósea y en la neurología en general (Berry y col., 2003). Actualmente la RM se ha convertido en la técnica preferida para la valoración del tejido blando periarticular, así como del cartílago articular, de los meniscos y ligamentos en medicina humana (McCartney y col., 2012; Galindo-Zamora y col., 2013). En medicina veterinaria existen estudios que describen la anatomía normal del hombro (Schaefer y col., 2006), la rodilla (Baird y col., 1998) y el codo (Baeumlin y col., 2009) mediante RM y actualmente, cada vez son más los estudios que describen su uso en el diagnóstico de lesiones articulares: meniscales (Harper y col., 2011; McCartney y col., 2012), en ligamentos cruzados de la rodilla o lesiones a nivel del cartílago en diferentes articulaciones (Wucherer y col., 2012; Galindo-Zamora y col., 2013).

A pesar de los grandes avances de las técnicas de diagnóstico por imagen descritas anteriormente, la artroscopia es la única que puede ayudar al diagnóstico y realizar el tratamiento al mismo tiempo de numerosas lesiones y patologías articulares. Además, a diferencia de la artrotomía, la artroscopia se considera como una técnica mínimamente invasiva, puesto que ocasiona poco daño a los tejidos

blandos. En comparación con la artrotomía, la artroscopia se ha observado que reduce el riesgo de movilidad anormal de la articulación y de daño iatrogénico (Qin y col., 2010), además de presentar menor morbilidad, permitiendo así una recuperación más rápida (Frank y col., 1989; Oloft y col., 2001; Zengerink y col., 2012).

## **2.5. ARTROSCOPIA**

### **2.5.1. RESEÑA HISTÓRICA**

Los primeros estudios acerca del uso de la artroscopia en cirugía articular datan de principios del siglo XX.

Fue el Dr. Severin Nordentoft, quién describió por primera vez el uso del endoscopio en la rodilla en 1912 y quién lo denominó por primera vez “artroscopia”, aunque no hay evidencias de que lo utilizara clínicamente. Unos años más tarde, en 1918, el profesor Takagi realizó satisfactoriamente la artroscopia de rodilla en un cadáver con un cistoscopio, en la Universidad de Tokio. Posteriormente, Takagi continuó el desarrollo instrumental, consiguiendo en 1931 el primer artroscopio, que ha servido de modelo para los artroscopios actuales (Pässler y col., 2012). En 1921, el Dr. Eugene Bircher publicó los primeros estudios sobre artroscopia de rodilla en pacientes, refiriéndose a la técnica como “artroendoscopia” (Kieser y col., 2003; Pässler y col., 2012). Por su parte, el Dr. Michael Burman realizó la técnica experimentalmente en diferentes articulaciones de cadáveres humanos (Burman y col., 1931).

Después de la Segunda Guerra Mundial, el Dr. Watanabe (considerado el padre de la artroscopia moderna) continuó el trabajo de Takagi, investigando nuevas tecnologías, y desarrolló, en 1959, el primer artroscopio comercial, que fue utilizado por numerosos cirujanos norteamericanos. Watanabe fue quién llevó a cabo la primera menisquectomía parcial, en 1962. No obstante, este artroscopio presentaba numerosos inconvenientes y no fue hasta 1970 cuando el instrumental comenzó a ser seguro y fiable. En 1974, el Dr. O'Connor, que había visitado y estudiado con Watanabe, desarrolló nuevas tecnologías que le permitieron realizar la primera menisquectomía parcial en Norte América (Beale y col., 2003; Pässler y col., 2012).

Otras contribuciones importantes vinieron por parte de Johnson y Jackson. En los años 70 se produjeron grandes avances en el desarrollo de la artroscopia, con la aparición de los cables de fibra óptica y el uso de la televisión, ya que permitió a los cirujanos la visualización de estructuras sobre una pantalla (Pässler y col., 2012). A partir de entonces, el desarrollo de nuevas tecnologías ha hecho posible la estandarización de la artroscopia como técnica diagnóstica y del tratamiento de patologías articulares en medicina humana.

En medicina veterinaria, fue en los años 70 del siglo pasado cuando aparecieron las primeras evidencias escritas sobre el uso de artroscopia en grandes animales. En un primer momento se trató la artroscopia como técnica diagnóstica para luego pasar a ser terapéutica, con el desarrollo de tecnologías más modernas y precisas (Beale y col., 2003). Sin embargo, los primeros estudios sobre el uso de la artroscopia en pequeños animales datan de finales de la década de los 70 y principios de los 80 (Siemering y col., 1978; Goring y col., 1986; Person y col., 1989). Poco a poco el uso de la artroscopia en pequeños animales se fue extendiendo, a medida que se desarrolló instrumental de menor diámetro. Sin embargo, esto no ocurrió hasta entrada la década de los 90, cuando van Bree y Van Ryssen describieron el éxito obtenido en la exploración y en el tratamiento de patologías articulares del hombro, codo y tarso, mediante artroscopia.

Así, Van Bree y colaboradores (1992) realizaron un estudio de la artroscopia en el hombro donde concluyeron que ésta presentaba mayor precisión en el diagnóstico de fisuras en el cartílago del hombro, que otras técnicas como la artrografía de contraste. Van Ryssen y colaboradores (1992) realizaron el tratamiento de osteocondritis disecante en el tarso mediante artroscopia. En 1993 realizaron el primer estudio de la artroscopia en el codo, primero en cadáveres y luego en perros sanos (Van Ryssen y col., 1993a). Estos autores también llevaron a cabo los primeros cursos de artroscopia (Beale y col., 2003).

Actualmente, la artroscopia está reconocida como método estándar para el examen de superficies articulares, estructuras intra-articulares y para cirugía articular (Ridge y col., 2011).



## **2.5.2. ARTROSCOPIA EN LAS DIFERENTES ARTICULACIONES**

Como ventajas principales de la artroscopia, se debe destacar el menor daño tisular que produce en comparación con una artrotomía, la mejor visualización de las estructuras articulares, la menor formación de tejido fibroso y una recuperación más rápida (Rodríguez-Altónaga, 1998; Hoelzler y col., 2004; Bright y col., 2010; Bright y col., 2011). Además, produce menor dolor en el postoperatorio, ya que los portales de acceso son menores (Beale y col., 2003). Hoelzler y colaboradores (2004) observaron que los perros sometidos a una artroscopia cargaban mayor peso sobre la extremidad operada después de la cirugía que los perros sometidos a una artrotomía; además, perdían menor masa muscular y mantenían una mayor movilidad en la rodilla operada tras el procedimiento quirúrgico. No obstante, las diferencias entre ambos grupos se reducían tras las primeras semanas de la cirugía.

A continuación, se va a describir el uso de esta técnica en las diferentes articulaciones.

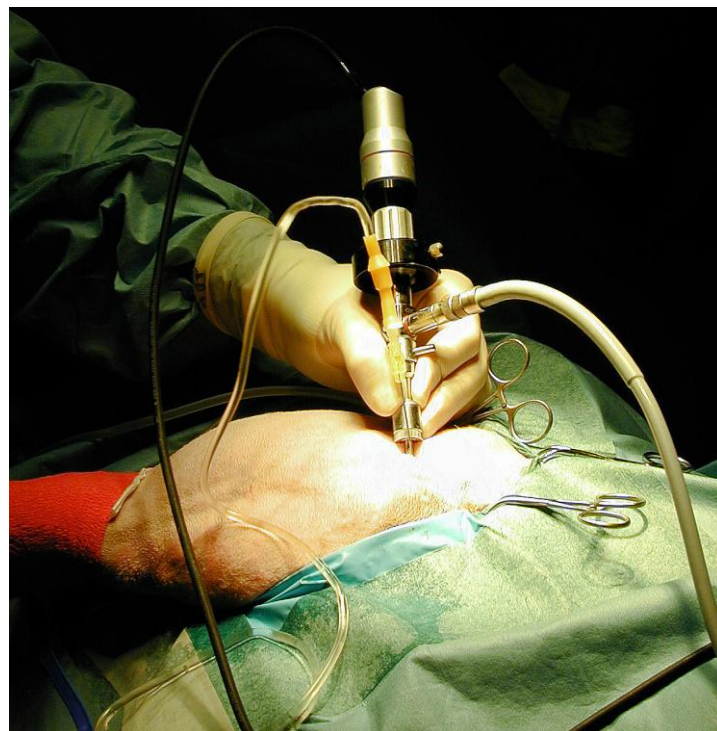
### **2.5.2.1. Hombro**

El desarrollo de la artroscopia en el hombro fue más lento que en la rodilla. Aunque en 1931 el Dr. Burman desarrolló la técnica en cadáveres, los primeros estudios clínicos no aparecieron hasta finales de la década de los 70 y principios de la década de los 80 (Conti y col., 1979; Wiley y col., 1980). Desde entonces, la artroscopia en el hombro se ha utilizado como método diagnóstico y como herramienta de tratamiento de diferentes patologías en medicina humana: lesiones del manguito rotador (Walton y col., 2012), inestabilidad del hombro (Harris y col., 2013a; Harris y col., 2013b), lesiones del tendón del bíceps (Kim y col., 2012) y en OA (Porcellini y col., 2013), entre otras patologías.

En pequeños animales el primer estudio que describe la artroscopia en el hombro data de 1986 (Goring y col., 1986). Actualmente su uso como técnica de diagnóstico y tratamiento de diversas lesiones se ha extendido (Cook y col., 2009). Con la llegada de la artroscopia se han podido definir numerosos hallazgos en la articulación del hombro de los perros, cuyo diagnóstico resultaba de gran dificultad antes de la utilización de esta técnica (Bardet y col., 1998). Así, en el perro se ha

utilizado para facilitar el diagnóstico y/o tratamiento de diversas patologías: la inestabilidad del hombro (Bardet y col., 1998), la tenosinovitis del tendón del bíceps (Wall y col., 2002), la osteocondritis disecante (Olivieri y col., 2007) y la osificación incompleta del borde glenoideo caudal (Beale y col., 2003), entre otras lesiones.

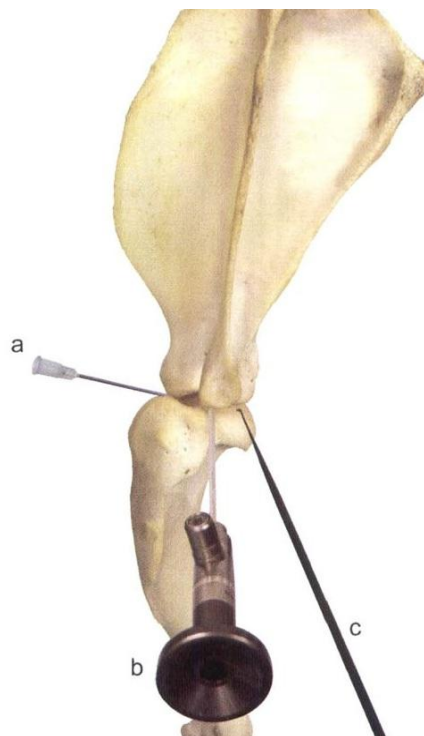
En medicina humana, la artroscopia de hombro se realiza generalmente con un artroscopio oblicuo 30° y de 4 mm de diámetro, empleando un acceso posterior (Vaquero-Martín, 2004) o una combinación de portales anteriores y posteriores (Kim y col., 2012; Walton y col., 2012; Harris y col., 2013b; Porcellini y col., 2013) . Se puede llevar a cabo en posición tanto lateral (Kim y col., 2012; Harris y col., 2013b; Porcellini y col., 2013), como en posición sentada (Correa y col., 2008). En el perro, la posición estandarizada es en decúbito lateral con la extremidad afectada hacia arriba, situándose el húmero paralelo al suelo o ligeramente adducido (Bardet y col., 1998; Beale y col., 2003; Schulz y col., 2004; Riener y col., 2009) (*Figura 9*). Sin embargo, como alternativa se ha descrito la técnica que posiciona al animal en decúbito dorsal con las dos extremidades anteriores colgadas para realizar la artroscopia de forma bilateral (Cook y col., 2009).



*Fig. 9.* Posicionamiento del animal para realizar una artroscopia en el hombro izquierdo. El animal está colocado en decúbito lateral derecho, observándose las articulaciones del hombro, en la cual se ha introducido el artroscopio, y el codo desde la parte caudal del animal (Imagen cedida por Gian Luca Rovesti, CV Miller, Cavriago, Italia).

El artroscopio que generalmente se emplea en el perro es oblicuo, de 30° y 2,7 mm de diámetro, aunque también se utilizan tamaños de 1,9, 2,4 y 4 mm, en función del tamaño del animal.

La artroscopia en el perro se lleva a cabo mediante dos o tres portales de acceso, en función de la finalidad del procedimiento: si se trata de un diagnóstico mediante visualización se colocarán dos portales, mientras que si se procede a un tratamiento con instrumental accesorio, se necesitan tres portales (*Figura 10*) (Beale y col., 2003). El primer portal que se establece es el de salida del fluido, que se colocará en el borde superior del tubérculo mayor del húmero en dirección caudal y medial a 70°. A continuación, se coloca el portal del artroscopio distal y a 1-2 mm craneal al acromion, y por último el portal para el instrumental se coloca 2 cm caudal y distal al acromion (Beale y col., 2003).



*Fig. 10.* Esquema de la articulación del hombro en el perro donde se muestran los portales de acceso para una artroscopia: a) aguja hipodérmica para la salida de flujo, b) artroscopio, c) instrumental (Imagen obtenida de Beale y col., 2003).

Recientemente se ha descrito la técnica de la artroscopia en el hombro de cadáveres de gato, utilizando un acceso caudolateral, caudal al proceso hamatus y distal al proceso suprahamatus del acromion (Ridge y col., 2009).

### **2.5.2.2. Codo**

La artroscopia de codo en medicina humana fue descrita por primera vez por el Dr. Burman, en 1931, cuando realizó prácticas de artroscopia sobre cadáveres; sin embargo, éste concluyó que el codo no era una articulación adecuada para la artroscopia debido a su reducido espacio en comparación con el instrumental. Un año después, él mismo publicó un estudio donde realizó la técnica en 10 cadáveres y afirmó que el compartimento anterior podía ser evaluado artroscópicamente (Burman y col., 1932). Posteriormente, comenzaron a aparecer algunos estudios sobre esta técnica en el codo; sin embargo no fue hasta la década de los 80 cuando aparecieron un mayor número de estudios clínicos (Andrews y col., 1985). Desde entonces esta técnica se ha empleado como método diagnóstico, para la excisión de fragmentos osteocondrales, en sinovectomías, osteoartritis, osteocondrosis disecante, artrofibrosis, bursitis del olecranon, excisión de la cabeza del radio, en determinadas fracturas, epicondilitis lateral (Baker y col., 1999) o en el síndrome de sobrecarga de la extensión del valgo (Baker y col., 1999; O'Holleran y col., 2006).

En pequeños animales los primeros estudios que describen la artroscopia en el codo y su uso en casos clínicos datan de la década de los 90 (Van Ryssen y col., 1993a; Van Ryssen y col., 1997). A partir de entonces se ha estado empleando para el manejo de la artritis séptica (Fearnside y col., 2002), en casos de fragmentación del proceso coronoides e incongruencia articular (Jardel y col., 2010; Samoy y col., 2013), de osteocondritis del cóndilo humeral y de no unión del proceso anconeal (Beale y col., 2003; Jardel y col., 2010).

En medicina humana se utiliza un artroscopio oblicuo de 30° y de 2,7-4 mm (Baker y col., 1999; Bennet y col., 2013). El paciente se puede posicionar de cuatro formas diferentes: en decúbito supino, en decúbito supino con el brazo en suspensión, en decúbito prono y en decúbito lateral. Los portales artroscópicos que se emplean son lateral, medial proximal, anterolateral, anteromedial, posterolateral y posterior (Baker y col., 1999). Sin embargo, en medicina veterinaria el instrumental es de menor tamaño, por lo que se recomienda el uso de artroscopios oblicuos de 30° y 1,9-2,7 mm. El animal se coloca en decúbito dorsal o en decúbito lateral aplicando una ligera abducción del miembro para la correcta introducción del material, siendo el portal de acceso para el artroscopio, distal y 5 mm caudal al epicóndilo medial del húmero

(Figuras 11 y 12). El portal de salida de flujo se coloca en dirección craneodistal y ligeramente lateral desde el ancóneo y hacia el espacio articular, mientras que el portal para el instrumental se posiciona craneal al artroscopio y en dirección casi paralela (Beale y col., 2003; Jardel y col., 2010).



*Fig. 11.* Posicionamiento del animal en decúbito dorsal para una artroscopia en el codo derecho. Se observa la extremidad anterior, cuya parte distal está cubierta por un vendaje estéril azul y la parte proximal está descubierta para permitir el acceso al codo por su parte medial (Imagen cedida por Gian Luca Rovesti, CV Miller, Cavriago, Italia).



*Fig. 12.* Esquema del codo del perro donde se muestran los portales de acceso para la artroscopia (Imagen obtenida de Beale y col., 2003).

### **2.5.2.3. Articulación radiocubitocarpiana**

Aunque las primeras artroscopias descritas en la bibliografía datan de principios del siglo XX, las artroscopias en la muñeca en el ser humano no se llevaron a cabo hasta bien avanzado el siglo XX, como consecuencia del pequeño espacio articular y la necesidad de desarrollar instrumental adecuado (Bain y col., 2008). De tal forma, no fue hasta 1979 cuando se describió la primera (Chen y col., 1979). Desde entonces la artroscopia de muñeca en el ser humano se ha utilizado como herramienta diagnóstica y terapéutica en diversos desórdenes, como son las fracturas distales de radio (Abe y col., 2013), la inestabilidad escafolunar (Żyluk y col., 2012), las lesiones en el fibrocartilago triangular de la muñeca (García-López y col., 2012), las artritis sépticas (Sammer y col., 2011) y las osteoartritis, entre otras.

En medicina veterinaria, la artroscopia en el carpo es una técnica relativamente nueva, que no ha sido descrita en numerosos artículos y cuyas indicaciones son, al igual que en otras articulaciones, la valoración de ligamentos, el tratamiento de artritis sépticas, la extracción de fragmentos articulares y el tratamiento de fracturas intraarticulares. Además también se ha descrito que puede resultar de utilidad en luxaciones o inestabilidad del hueso carpal o accesorio y en la toma de biopsias óseas o de cartilago. Por lo tanto, ha sido definida como buena herramienta diagnóstica de desórdenes articulares en el carpo y como método decisivo para elegir entre artrodesis parcial o panartrodesis, como mejor tratamiento en pacientes con alteraciones ligamentosas. Especialmente, esta técnica se realiza en el perro para la valoración de la articulación radiocarpiana (Beale y col., 2003; Warnock y col., 2004), ya que esta articulación es la responsable de la mayor parte del movimiento del carpo, permitiendo una flexión máxima de 20-35° y una extensión de 190-200° (Millis y col., 2004). Según la referencia, el rango de movimiento del carpo puede determinarse a partir de 180° o bien, a partir de 0°, siendo entonces la extensión de 10 a 20° (Warnock y col., 2004).

En medicina humana se utiliza un artroscopio oblicuo de 30° y 2,7 mm. El paciente se posiciona en decúbito supino. Se han descrito portales dorsales, radiales, cubitales y volares para el acceso a la articulación vía artroscópica (Bain y col., 2008).

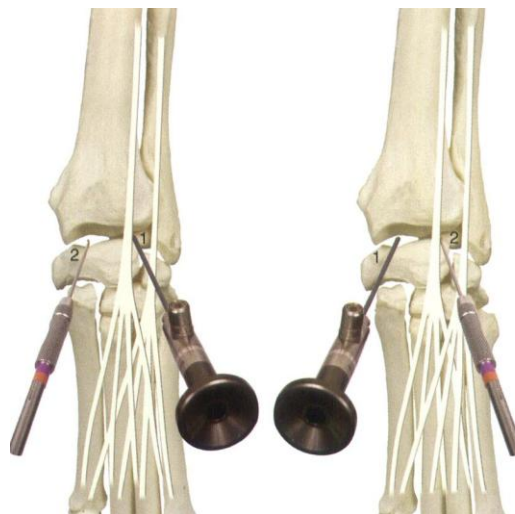
En medicina veterinaria se utiliza, en la mayoría de los animales, un



artroscopio oblicuo de 30° y 1,9 mm, aunque en animales mayores se pueden utilizar artroscopios de 2,4 ó 2,7 mm. Los pacientes se colocan en decúbito ventral, mientras se flexiona el carpo a examinar (*Figura 13*). Los portales de acceso son dorsales (dorsolateral y dorsomedial), según las necesidades del procedimiento. En el caso del dorsolateral, el artroscopio se introduce en la articulación radiocarpiana, lateral al tendón extensor común de los dedos, en dirección palmaromedial, mientras que la colocación dorsomedial consiste en la introducción del artroscopio en medial al tendón extensor común de los dedos y en dirección palmarolateral (*Figura 14*). En caso de necesitarse un portal de instrumental, éste se colocará en situación dorsomedial, si el artroscopio está en dorsolateral, y en posición dorsolateral si está en dorsomedial. En estos casos la salida del flujo se coloca adyacente al portal del instrumental (Beale y col., 2003).



*Fig. 13.* Posicionamiento del animal en decúbito esternal para llevar a cabo una artroscopia de la articulación radiocarpiana (Imagen obtenida de Beale y col., 2003).



*Fig. 14.* Esquema del carpo del perro mostrándose los portales de acceso dorsolateral (*Imagen de la izquierda*) y dorsomedial (*Imagen de la derecha*):

1. Portal para el artroscopio 2. Portal para el instrumental (Imagen obtenida de Beale y col., 2003).

#### **2.5.2.4. Cadera**

El primer estudio sobre el uso de la artroscopia en la cadera data del año 1931, cuando Burman y colaboradores desarrollaron la técnica en 20 caderas de cadáveres humanos (Burman y col., 1931). No obstante, el primer estudio que describe la aplicación técnica de la misma en medicina humana no se llevó a cabo hasta 1939, cuando Takagi trató cuatro pacientes a los que realizó la artroscopia de cadera. A pesar de ello, la técnica no se estableció hasta varios años después (Dunlap y col., 2012).

La artroscopia de cadera se ha convertido en una herramienta de gran utilidad para el diagnóstico y tratamiento de diferentes lesiones en el ser humano, como son la condromalacia (Farjo y col., 1998), la rotura del ligamento redondo de la cabeza del femur (Byrd y col., 2004), la eliminación de fragmentos intraarticulares (Singleton y col., 2005; Byrd y col., 2006), la tenotomía del tendón del M. psoas (Wettstein y col., 2006), el daño del labrum o borde articular (Kelly y col., 2005; Nord y col., 2010) o la artritis séptica (Nusem y col., 2006).

En pequeños animales la artroscopia de cadera se describe por primera vez en un estudio de Person y colaboradores (1989), en el cual encontraron ciertas dificultades como consecuencia de la anatomía de la articulación. Más recientemente, se ha descrito como una técnica de gran utilidad para la obtención de diagnósticos exactos de patologías de cadera, como la artritis sépticas (Luther y col., 2005) o los tumores (Scherrer y col., 2005), y como técnica de elección para asistir el tratamiento de fracturas o eliminación de fragmentos óseos o de restos de tejido blando intraarticulares (Schulz y col., 2012). Se ha definido también como técnica apropiada para la identificación de lesiones cartilaginosas en perros jóvenes, siendo calificada como una técnica más adecuada que la radiología para estas ocasiones. Durante la valoración artroscópica de la cadera en el perro se puede visualizar la mayor parte de la superficie cartilaginosa y del tejido blando articular; se puede evaluar toda la superficie cartilaginosa con excepción del aspecto ventro-medial de la cabeza femoral, el ligamento redondo, el ligamento acetabular transverso y el labrum acetabular (Holsworth y col., 2005).

El instrumental que se emplea en medicina humana es de 30-70° y de 4,5 mm,



en función de la parte a examinar (Clarke y col., 2003; Nusem y col., 2006; Smart y col., 2007). Se suelen utilizar dos posiciones principalmente: decúbito supino y decúbito lateral (Smart y col., 2007; Nord y col., 2010; Gédouin y col., 2012).

En pequeños animales, la posición que más se utiliza es decúbito lateral, con la extremidad a operar en posición neutra, manteniendo el fémur paralelo al suelo o ligeramente adducido (*Figura 15*) (Beale y col., 2003; Luther y col., 2005; Schulz y col., 2012).



*Fig. 15.* Posicionamiento del animal en decúbito lateral para una artroscopia de la cadera izquierda.

En la mayoría de los perros se utiliza un artroscopio de 30º y de 2,7 mm, aunque en razas pequeñas puede ser necesario material de 1,9 ó 2,4 mm. Los portales que se utilizan durante esta técnica son tres en el caso de que se necesite instrumental accesorio o dos en caso contrario. Si la cadera a valorar artroscópicamente es la derecha, el artroscopio se coloca a las 12, el instrumental a las 2 y el portal de salida de flujo a las 5, mientras que si se trata de la cadera izquierda la colocación de los tres portales es a las 12, a las 10 y a las 7, respectivamente (*Figura 16*) (Beale y col., 2003).



Fig. 16. Portales de acceso para la articulación de la cadera  
(Imagen obtenida de Beale y col., 2003).

### **2.5.2.5. Rodilla**

La artroscopia de rodilla fue la que se desarrolló más rápidamente en medicina humana, tal y como se ha comentado en el apartado anterior. Desde su desarrollo se ha empleado de forma rutinaria para el diagnóstico y tratamiento de lesiones articulares en la rodilla. Actualmente se ha convertido en la articulación en la que se realiza con mas frecuencia artroscopias (Moseley y col., 2002). En medicina humana se ha empleado para el diagnóstico y/o tratamiento de lesiones meniscales mediante suturas (Jakob y col., 1988; Kurtz y col., 2006) o menisquectomías (Mayr y col., 2013), de lesiones del ligamento cruzado anterior (Ye y col., 2013), en casos de artritis sépticas (Wirtz y col., 2001), en casos seleccionados de osteoartritis (Mayr y col., 2013) y en la toma de biopsias o en la excisión de masas intraarticulares (Park y col., 2013), entre otras indicaciones. Sin embargo su utilización en casos de artritis sépticas y osteoartritis es controvertido, dependiendo su eficacia de diferentes factores, entre los que figura el estadio de la lesión (Wirtz y col., 2001; Mayr y col., 2013).

En pequeños animales los primeros estudios que describen el uso de la técnica en la rodilla datan de finales de la década de los 70 y principios de los 80 (Siemering y col., 1978; Kivumbi y col., 1981).

La artroscopia de rodilla en veterinaria se ha definido como una herramienta práctica de diagnóstico, pero actualmente también se ha ido extendiendo como

técnica de tratamiento de determinadas patologías articulares de la rodilla en pequeños animales: osteocondromatosis sinovial (Smith y col., 2012b), osteocondritis disecante (Bertrand y col., 1997; Bright y col., 2010), patelelectomía parcial (Bright y col., 2011), estabilización de rotura del ligamento cruzado craneal (Hoelzler y col., 2004) y daños meniscales (Ridge y col., 2006; Pozzi y col., 2008; Böttcher y col., 2009).

La artroscopia de rodilla en el ser humano se lleva a cabo con una óptica de 30° y 4 mm, la cual se puede introducir en la articulación por seis portales diferentes: dos portales anteriores, dos suprapatelares para la exploración de la articulación femoropatelar y dos portales posteriores para la valoración del compartimento posterior (Vaquero-Martín, 2004).

En pequeños animales, el procedimiento se lleva a cabo en decúbito dorsal (*Figura 17*) colocando los portales más distalmente cuando se trata de un procedimiento terapéutico en comparación a un procedimiento diagnóstico. La colocación más frecuente del portal para el artroscopio en la rodilla es en posición craneolateral distal, mientras que el portal de salida de fluido se sitúa en posición medial y proximal, y el del instrumental es en posición distal y medial (*Figura 18*). No obstante, se han descrito también otros portales: lateral (proximal y medio), medial (proximal, medio y distal), transtendíneo, pósteromedial y pósterolateral.



*Fig. 17.* Posicionamiento del animal para una artroscopia de la rodilla derecha (Imagen cedida por Gian Luca Rovesti, CV Miller, Italia).



Fig. 18. Esquema de la rodilla del perro donde se muestran los puntos de introducción del material durante una artroscopia. 1. Portal para el artroscopio 2. Portal de salida de flujo 3. Portal para el instrumental (Imagen obtenida de Beale y col., 2003).

En la mayoría de los pequeños animales se emplea un artroscopio oblicuo de 30° y de 2,7 mm de diámetro (Rodríguez-Altónaga, 1998; Beale y col., 2003). Esta técnica proporciona la magnificación de las estructuras, así como mayor iluminación, lo cual permite la correcta evaluación de las estructuras articulares, tales como el menisco medial, que ha resultado ser más complicado de evaluar mediante la artrotomía (Pozzi y col., 2008). Además, se ha descrito que la artroscopia de rodilla provoca menor atrofia muscular y menor morbilidad postoperatoria que la artrotomía (Hoelzler y col., 2004).

#### **2.5.2.6. Articulación tibiotarsal**

En 1931, Burman y colaboradores afirmaron que la articulación del tobillo no era adecuada para la realización de la artroscopia, como consecuencia del poco espacio existente (Burman y col., 1931). Sin embargo, en 1939, Takagi y colaboradores fueron los primeros en describir la valoración artroscópica del tobillo del ser humano (Takagi y col., 1939). Desde entonces, el desarrollo de nueva tecnología e instrumentos de menor diámetro hicieron posible esta técnica de forma que actualmente se considera como un procedimiento factible, seguro, preciso y minimamente invasivo (Frank y col., 1989; de Leeuw y col., 2010).

La artroscopia del tobillo en medicina humana se ha utilizado para el tratamiento de síndromes de pinzamiento de tobillo (van Dijk y col., 1997; Kim y col., 2000; Mardani-Kivi y col., 2013), de lesiones osteocondrales (van Dijk y col., 1997; Qin-wei y col., 2010; Donnenwerth y col., 2012) y de cuerpos libres (van Dijk y col., 1997). Además, se ha utilizado en sinovectomías para el tratamiento de artritis reumatoide (Choi y col., 2013) y para llevar a cabo artrodesis de tobillo (Yoshimura y col., 2012).

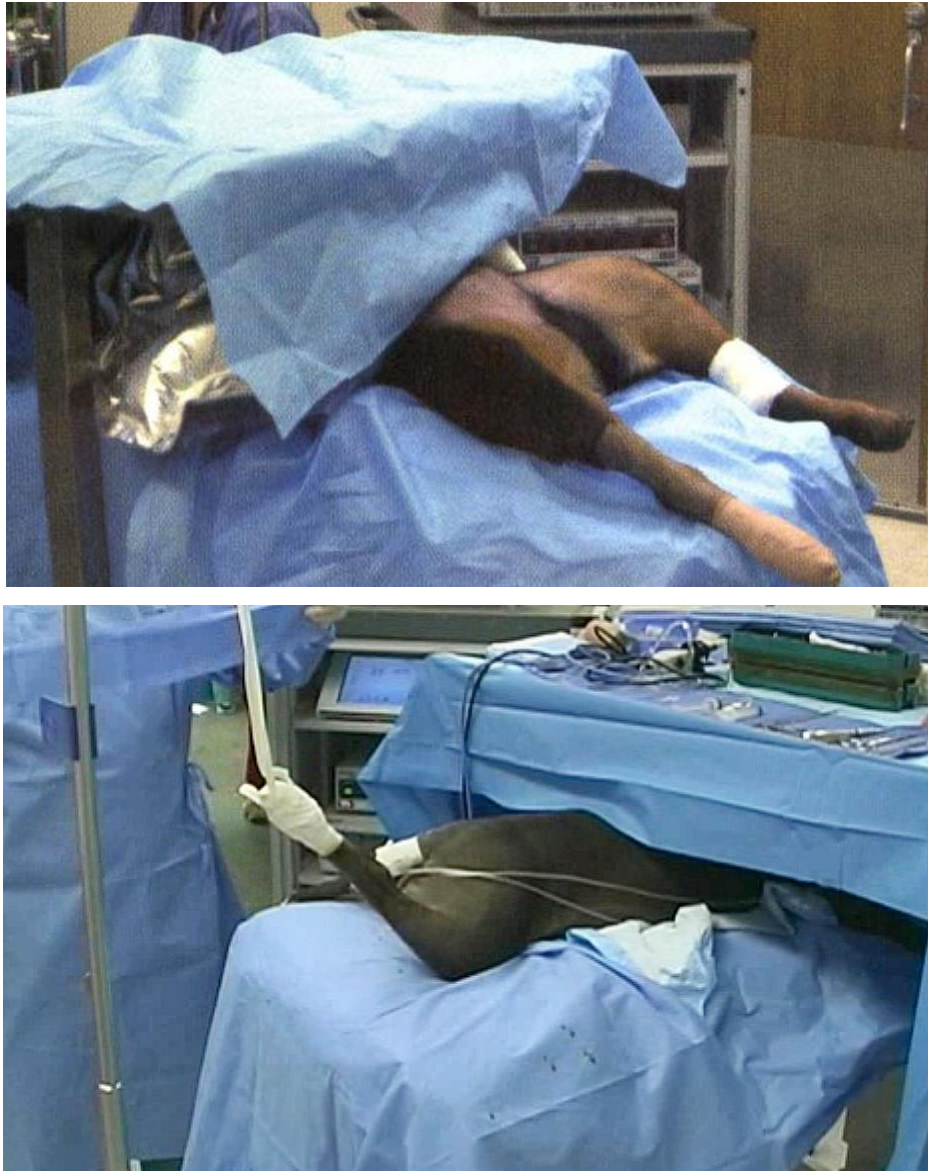
La artroscopia de tarso en pequeños animales fue descrita por primera vez en la década de los 90 (Van Ryssen y col., 1992), y desde entonces su uso se ha incrementado, no sólo en el diagnóstico, sino también en el tratamiento de lesiones. Su empleo se ha limitado mayormente al tratamiento de osteocondrosis (Cook y col., 2001; Gielen y col., 2002; Miller y col., 2008), aunque también ha sido de utilidad en otros casos: extracción de fragmentos fracturados, reparación de fracturas, valoración de osteoartritis, biopsias sinoviales o cultivo y manejo de artritis sépticas (Schulz y col., 2012).

En medicina humana se han descrito seis portales principales para llevar a cabo la artroscopia del tobillo y conseguir una buena visualización de las diferentes estructuras (anteromedial, anterocentral, anterolateral, posteromedial, posterolateral y trans-aquiles) (Ferkel y col., 1996), colocando al paciente en posición lateral (Ahn y col., 2009), decúbito supino (Young y col., 2011; Mardini-Kivi y col., 2013) o en pronación (Beals y col., 2010; Kim y col., 2012). En algunas situaciones se lleva a cabo la combinación de portales diferentes (Scholten y col., 2012; Kim y col., 2013). El instrumental que generalmente se emplea durante esta técnica es de 30° y 4 mm (Ferkel y col., 1996; Mariani y col., 2001; Qin-wei y col., 2010), aunque en ocasiones se ha descrito el uso de artroscopios de 2,7 mm (Ferkel y col., 1996; Qin-wei y col., 2010).

En medicina veterinaria se utiliza por lo general instrumental de menor tamaño, de 30° y 1,9 mm, aunque en animales de gran tamaño se pueden emplear artroscopios de 2,4 ó 2,7 mm (Beale y col., 2003). Se han descrito diferentes portales, puesto que la combinación entre ellos puede resultar necesaria para conseguir una visualización correcta: dorsomedial, dorsolateral y plantarolateral (Van Ryssen y col., 1993; van Bree y col., 1998). Recientemente, Miller y colaboradores (2008)



describieron el uso de estos portales junto con el portal plantaromedial, para el manejo de una gran variedad de lesiones tibiotarsales en el perro. Así, los animales deben colocarse en decúbito dorsal, ventral o lateral, dependiendo de si se va a examinar uno o ambos tarsos y del portal elegido para realizar una artroscopia en la articulación tibiotarsal (*Figura 19*).



*Fig. 19. Posicionamiento del animal para realizar una artroscopia de la articulación tibiotarsal. Imagen superior: Decúbito dorsal para acceso dorsal. Imagen inferior: Decúbito ventral para acceso plantar (Imágenes obtenidas de Beale y col., 2003).*

El acceso dorsomedial se realiza colocando el artroscopio en posición medial a los tendones extensores, el instrumental en posición lateral a los mismos y el portal de salida de flujo en posición plantaromedial o plantarolateral, mientras que se colocará en dorsolateral, si no es necesario el instrumental. El acceso dorsolateral se realiza

colocando el artroscopio lateral a los extensores, el instrumental medial a los mismos y el portal de salida de flujo bien plantaromedial o plantarolateral, o bien dorsomedial, si no se va a utilizar instrumental accesorio. Por otra parte, el acceso plantaromedial consiste en colocar el artroscopio medial a los flexores, el instrumental lateral a los mismos y el flujo de salida en dorsomedial, dorsolateral o plantarolateral en el caso de no necesitarse instrumental accesorio, mientras que en el plantarolateral el artroscopio se coloca en lateral a los flexores, el instrumental en medial a los mismos y el flujo de salida en dorsomedial, dorsolateral o en plantaromedial, si no se necesita instrumental (Figura 20) (Beale y col., 2003).

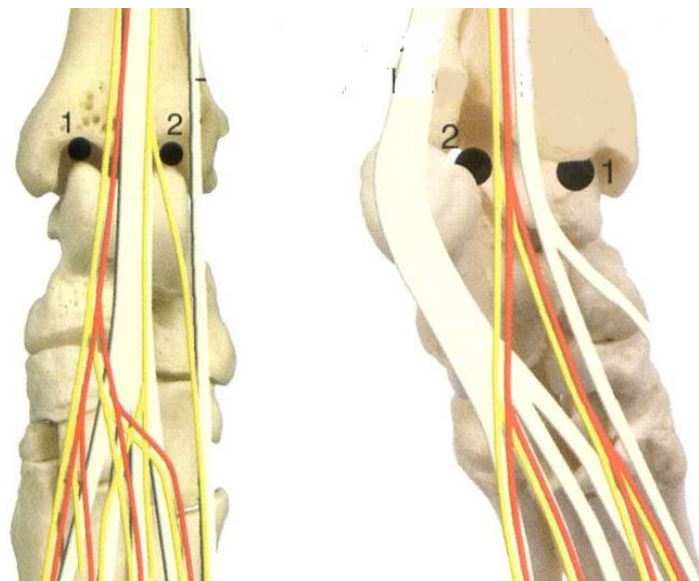


Fig. 20. Esquema de la articulación del tarso del perro, donde se muestran los puntos de acceso para una artroscopia. *Imagen de la derecha:* Acceso dorsal: 1) Dorsomedial 2) Dorsolateral. *Imagen de la izquierda:* Acceso plantar: 1) Plantaromedial 2) Plantarolateral. (Imágenes obtenidas de Beale y col., 2003).

### 2.5.3. INCONVENIENTES Y COMPLICACIONES

No obstante, aunque la artroscopia presenta una menor morbilidad, permitiendo una recuperación más rápida que en las artrotomías, también tiene algunos inconvenientes. En primer lugar la curva de aprendizaje que se necesita para poder realizar una correcta artroscopia es larga; pues el espacio en ciertas articulaciones es pequeño, lo cual dificulta la técnica. No sólo es necesario aprender a reconocer lesiones, lo cual sería uso diagnóstico, sino también a tratarlas, lo cual se complica teniendo en cuenta que el espacio articular en los pequeños animales es reducido. En segundo lugar, el coste del equipamiento e instrumental es muy grande

y, además, el instrumental para estos animales suele ser de pequeño tamaño, por lo que se daña con mayor facilidad (Beale y col., 2003).

Además, en medicina humana hay cierta controversia respecto a su utilización en procesos osteoartóricos. En 2002, Moseley y colaboradores observaron que no habían diferencias entre los pacientes con este problema tratados con artroscopia (lavado articular y desbridamiento) y aquellos a los que se les aplicaba placebo (Moseley y col., 2002). Sin embargo, recientemente se ha publicado un estudio que recoge opiniones de diferentes especialistas, donde se afirma que hay ciertos pacientes que pueden beneficiarse de una artroscopia, si se lleva a cabo una buena selección: pacientes con OA de bajo grado, que no presenten alteraciones relativas al eje de la extremidad, pacientes menores de 60 años y que no presenten signos clínicos durante más de seis meses (Mayr y col., 2013). En este estudio la mayoría de los especialistas declararon que el lavado articular como único tratamiento no reportaba beneficios, aunque sí lo hacía el desbridamiento de las lesiones cartilaginosas en ciertas situaciones.

También ha existido cierta controversia con el uso de la artroscopia frente a la artrotomía para el tratamiento de las artritis sépticas; no obstante, actualmente en numerosos estudios ya se ha reconocido el uso de la artroscopia y lavado articular junto al desbridamiento del cartilago afectado y zonas necróticas como el procedimiento adecuado (Stutz y col., 2000; Wirtz y col., 2001; Yamamoto y col., 2001; Nusem y col., 2006). Sí es verdad que algunos de ellos establecen que el tratamiento depende del grado de infección, de forma que en grados avanzados es necesario llevar a cabo una artrotomía para proceder a la limpieza completa de la articulación (Stutz y col., 2000; Wirtz y col., 2001).

Por otra parte, como en todo proceso quirúrgico pueden aparecer complicaciones que pueden hacer fracasar el procedimiento. En un estudio sobre la artroscopia de hombro en medicina humana observaron un 10,64% de complicaciones: distrés respiratorio como consecuencia de la difusión de líquido desde el espacio subacromial, fallo de la estabilización de hombro tras dislocación, infección portal, edema postoperatorio, sangrado excesivo postoperatorio y neuropraxia del nervio cubital (Berjano y col., 1998).

Las complicaciones durante la artroscopia de codo se han observado en un



11% de los casos en un estudio realizado por Kelly y colaboradores, en 2001. En este trabajo, se recogió que la mayoría de ellas fueron complicaciones menores, sin mayor importancia: exudación de las incisiones, infección superficial, contractura muscular y parálisis temporal nerviosa (Kelly y col., 2001). Más recientemente, en un estudio realizado por Marti y colaboradores (2013) en la misma articulación se observó un 5% de complicaciones consistentes en hematomas, lesiones nerviosas temporales, problemas en la cicatrización y aparición del síndrome de dolor regional complejo.

En otro estudio sobre la artroscopia en cadera en el ser humano se observaron 1,56% de complicaciones, entre las que se describen parálisis transitoria del nervio ciático, parálisis transitoria del nervio femoral, desgarro vaginal, bursitis trocantérica, sangrado y hematoma en el portal de acceso y rotura del instrumental durante el procedimiento (Griffin y col., 1999). En otro estudio posterior se describe la necrosis avascular de la cabeza del fémur en un paciente tras haberle practicado una artroscopia en la cadera, no obstante, aunque el procedimiento de la distracción y capsulectomía parcial pudieron contribuir al desarrollo de la lesión, ésta se asoció a un traumatismo previo (Sampson y col., 2001).

En un estudio se observó un porcentaje de complicaciones del 5% durante la artroscopia de rodilla, entre las que se encontraron complicaciones debidas a la anestesia, dificultades técnicas, rotura de instrumental, trombosis, embolia pulmonar, déficit en la flexión, infección e inflamación de la rodilla (Reigstad y col., 2006). En este mismo estudio, se observó una correlación entre el tiempo de cirugía y la presentación de complicaciones, tanto intraoperatorias como postoperatorias.

En cuanto a la artroscopia en el tobillo, Zengerink y colaboradores describieron un porcentaje de complicaciones del 3,5%; no obstante se han descrito porcentajes del 10,3 % en la literatura (Zengerink y col., 2012). En este estudio observaron como complicaciones: embolias pulmonares, lesiones neurológicas, infecciones, rotura de instrumental, daño vascular, sinovitis y trayectos fistulosos.

En medicina veterinaria se ha descrito la extravasación de fluidos y el daño iatrogénico al cartílago articular o a otras estructuras intraarticulares como consecuencia del manejo instrumental. La extravasación de fluidos no presenta gran complicación, puesto que se reabsorbe en 24 horas. Sin embargo, dificulta la continuación de la técnica, ya que la cápsula articular se colapsa, dificultándose la

visión. Además puede ocurrir que no se reconozcan las lesiones o que no se traten de forma adecuada (Beale y col., 2003).

El desarrollo de artritis sépticas es otra de las complicaciones descritas tras la realización de una artroscopia. Recientemente se ha descrito la tasa de infección postoperatoria tras la realización de la artroscopia en pequeños animales y ha resultado ser 0,85%, similar a lo que se había descrito en caballos (0,9%) (Ridge y col., 2011). Como consecuencia del pequeño espacio intraarticular existente en los pequeños animales, puede producirse el daño de las superficies articulares. De esta manera, en un estudio describieron que el daño iatrogénico producido durante la artroscopia de rodilla se debió a la dificultad de examinar ciertas estructuras, como es el cuerno caudal del menisco medial, y también a la inexperiencia de los cirujanos (Austin y col., 2007).

## **2.6. DISTRACCIÓN ARTICULAR**

La artroscopia puede presentar complicaciones derivadas de la dificultad para llevar a cabo la exploración de determinadas estructuras articulares como consecuencia del pequeño espacio que presentan algunas articulaciones. Esto puede dar lugar a un diagnóstico erróneo o bien a un daño iatrogénico del cartílago articular u otras estructuras. Para evitar estas complicaciones y así reducir la tasa de fracaso quirúrgico, se han diseñado las técnicas de distracción articular.

El objetivo de estas técnicas es la separación mediante fuerzas de tracción de las superficies articulares que conforman una articulación. La importancia de la distracción durante la artroscopia reside en que puede significar una mejor visualización y manipulación de las estructuras articulares. El incremento de espacio articular facilita la entrada a la articulación y hace que la utilización del instrumental en la articulación sea más fácil y segura para el paciente, reduciendo así la posibilidad de daño al cartílago articular como consecuencia de maniobras intra-articulares durante el procedimiento quirúrgico (Theken y col., 1992; Dienst y col., 2002).

La distracción se puede llevar a cabo de forma manual, por medio de la intervención de un asistente, pero esto supone la dependencia de éste y la posibilidad

de que se produzca la fatiga muscular del mismo y por tanto el fallo en la técnica por una distracción no mantenida. Por ello se han descrito técnicas que ayudan a mantener la articulación distraída, independientemente de la presencia o no de un asistente.

Las técnicas de distracción articular pueden clasificarse como técnicas invasivas, si emplean agujas o fijadores externos, y no invasivas, en el caso de aquellas que se realizan con cintas o vendajes que sujetan la extremidad externamente, aunque también se han descrito técnicas de distracción manual o por gravedad (Aydin y col., 2006). No obstante, no se debe confundir estas técnicas invasivas con técnicas distractoras que actúan en el interior de la articulación, como es el caso del distractor descrito por Gemmil y colaboradores (2009); lo que se describe como técnicas invasivas no afectan a la articulación, sino que son técnicas que se aplican externamente a ellas. También se puede hablar de técnicas controladas o no controladas, dependiendo de si ejercen un control sobre la cantidad de distracción o no lo hacen (Aydin y col., 2006).

La distracción articular ha sido utilizada en medicina humana para incrementar la visualización durante la técnica artroscópica en diferentes articulaciones. Así, hay estudios que describen el uso de diferentes técnicas de distracción en el hombro (O'Brien y col., 1997; Hoenecke y col., 2004; Correa y col., 2008), codo (Takahashi y col., 2000), muñeca (Davies y col., 2008), cadera (Dienst y col., 2002; Flecher y col., 2011), rodilla (Jakob y col., 1988; Kurtz y col., 2006) y tobillo (Theken y col., 1992; Aydin y col., 2006; Beals y col., 2010; Qin-wei y col., 2010; Yates y col., 2010; Young y col., 2011). En medicina humana ha sido especialmente utilizada durante las artroscopias de cadera, ya que por la anatomía de esta articulación se hace necesario separar la cabeza del fémur del acetábulo para poder acceder al interior, y en el tobillo, como consecuencia del pequeño espacio articular.

En pequeños animales hay pocos estudios que describan el desarrollo de herramientas distractoras articulares, siendo la mayoría de las citas encontradas referentes a la articulación de la rodilla (Schulz y col., 2004; Böttcher y col., 2009; Gemmill y col., 2009). Esto tiene su explicación, ya que la articulación de la rodilla, además de ser de espacio reducido, también presenta grasa infrapatelar, de forma que la valoración de ciertas estructuras, como es el cuerno caudal del menisco medial, que se lesiona frecuentemente durante la rotura del ligamento cruzado craneal, puede

resultar complicada. Hay que destacar que en ninguno de estos trabajos se evidencia la cantidad de distracción conseguida o la evaluación del posible daño a los tejidos blandos.

Sin embargo, las fuerzas distractoras aplicadas sobre una articulación o sobre una extremidad pueden causar algunas complicaciones, como por ejemplo el daño a los tejidos blandos circundantes, así como a las estructuras neurovasculares (Theken y col., 1992; Dienst y col., 2002; Bushnell y col., 2007; Young y col., 2011). Además, las técnicas de distracción invasivas pueden presentar complicaciones adicionales a las ya comentadas, que son debidas a la propia técnica, como pueden ser fracturas, el doblado o rotura de las agujas, las infecciones y el daño a los huesos (Theken y col., 1992; Aydin y col., 2006; Kim y col., 2012). Por este motivo, hay autores que utilizan la distracción no invasiva para evitar las complicaciones derivadas de la colocación de implantes. No obstante, se ha descrito en medicina humana una mayor frecuencia de presentación de las complicaciones de tipo neurológico, que aparecen tanto en procedimientos invasivos, como en no invasivos (Ferkel y col., 1996; Young y col., 2011; Nickisch y col., 2012; Zengerink y col., 2012). Este tipo de complicaciones suelen ser neuropraxias que se resuelven espontáneamente.

Existen estudios en medicina humana que describen técnicas para evitar las complicaciones derivadas de los procedimientos de distracción, como es el control de la fuerza empleada y el control del tiempo. Sampson y colaboradores recomiendan la aplicación de la fuerza distractora de forma intermitente, es decir, realizando una relajación cada cierto tiempo (Sampson y col., 2001). Por otra parte, también resulta importante tener en cuenta el estado de cada articulación, puesto que en este mismo estudio afirman que la fuerza para conseguir la distracción en una cadera considerada normal es mayor que la que se necesita para la distracción de una cadera displásica. Martin y colaboradores (2012) y Nord y colaboradores (2010) también hacen recomendaciones en sus estudios para reducir las complicaciones durante la distracción de la cadera. Estas recomendaciones consisten en realizar la distracción durante menos de dos horas o realizarla intermitentemente, así como utilizar las mínimas fuerzas de tracción que se necesiten para una visualización correcta. Theken y colaboradores (1992), en su estudio sobre la distracción del tobillo recomiendan utilizar fuerzas máximas de 135 N y no llevar a cabo la distracción en dorsiflexión a 20°.

Por otra parte, dos estudios realizados en medicina humana describen que el uso combinado de la tracción junto a la distensión de la articulación, mediante la introducción de aire o fluido, permite la reducción de la cantidad de fuerza necesaria para conseguir una distracción determinada. Esto se produce como consecuencia de la eliminación del efecto de vacío que hay en el interior de las articulaciones, acrecentado por la técnica de distracción (Byrd y col., 1997; Dienst y col., 2002). De esta forma, después de romper el sellado articular se puede obtener una distracción considerable con menores fuerzas. Dicho efecto de vacío intraarticular se debe a la menor presión existente en el interior articular en comparación con la presión ambiental. No obstante, se ha observado que existen variaciones de esta presión entre especies, articulaciones y según los movimientos realizados. Por ejemplo, la presión media del carpo en el perro fue +2,9 mmHg, siendo la única presión positiva observada. Las variaciones según los movimientos se pueden explicar como consecuencia de la ruptura, provocada por el movimiento, de la película del líquido sinovial que se forma en las superficies articulares, produciéndose una tensión que es transmitida al resto del líquido intraarticular (Simkin y col., 1995).

En pequeños animales no existe en la bibliografía revisada estudios que describan porcentajes de complicaciones, ni recomendaciones para reducirlas.

## **2.6.1. TÉCNICAS DE DISTRACCIÓN DESCRITAS EN MEDICINA HUMANA PARA LAS DIFERENTES ARTICULACIONES**

### **2.6.1.1. Hombro**

En medicina humana se han descrito diferentes formas de realizar la distracción en el hombro, todas ellas no invasivas, es decir, realizando una distracción externa, sin emplear instrumental que invada el hueso o la articulación. Hennrikus y colaboradores (1995) concluyeron que en decúbito lateral, la tracción longitudinal mediante la sujeción de la mano al distractor era más segura que dos técnicas modificadas en las que introducían, además de tracción distal, tracción vertical. Posteriormente, se describió la técnica de la artroscopia en posición sentada, en la que O'Brien y colaboradores (1997) emplean una maniobra distractora que realiza el asistente introduciendo su brazo en la axila del paciente, haciendo adducción y

distracción al mismo tiempo. Otras técnicas realizan la distracción longitudinal sujetando el brazo del paciente mediante bandas a un dispositivo que queda fijado en los raíles de la mesa quirúrgica (Hoenecke y col., 2004; Correa y col., 2008). Recientemente, Harris y colaboradores (2013b) describen la utilización de la distracción longitudinal y lateral por encima de la cabeza, en pacientes colocados en decúbito lateral.

La fuerza de distracción aplicada en el hombro se ha medido en algunas ocasiones en medicina humana, donde utilizaron 2-3 Kg en un estudio de Berjano y colaboradores (1998), 5 Kg en el estudio de Porcellini y colaboradores (2013) y menos de 10 lb (4,5 Kg) en el estudio de Harris y colaboradores (2013b). Otros autores recomiendan la aplicación de una tracción de 5-6 Kg (Vaquero-Martín, 2004).

### **2.6.1.2. Codo**

Hay pocos estudios que describan el uso de la distracción para realizar la artroscopia en el codo en medicina humana, y no hay ninguno que lo describa en medicina veterinaria. Takahashi y colaboradores (2000) defienden el uso de la distracción en el codo cuando el paciente es colocado en decúbito lateral, consiguiendo un incremento en el espacio articular que les permite una correcta evaluación de las estructuras articulares e introducción segura del instrumental en la articulación. Para ello, flexionan el hombro y el codo 90°, dejando el antebrazo en suspensión hacia el suelo y colgando de la mano los pesos necesarios para llevar a cabo la distracción deseada. El peso que emplean inicialmente son 3 Kg, pero aumentan a 6 Kg en caso de no ser suficiente. Por su parte, Kelly y colaboradores no utilizan distractores, pero sí hacen uso de retractores articulares para poder acceder al compartimento anterior (Kelly y col., 2001).

No hay constancia de artículos que describan el uso de distractores cuando el paciente se coloca en decúbito supino o prono.

### **2.6.1.3. Articulación radiocubitocarpiana**

En el caso de la articulación radiocubitocarpiana, se han descrito técnicas distractoras para facilitar la artroscopia en medicina humana. Sin embargo, a

diferencia de lo estudiado en otras articulaciones y al igual que en el hombro, en el caso de la muñeca únicamente se han descrito técnicas no invasivas, en las que la distracción se consigue por medio de la suspensión del brazo (Bain y col., 2008; Davies y col., 2008; Abe y col., 2013). En estas técnicas el hombro se abduce 70-90° y se suspende el brazo desde los dedos mediante materiales estériles a un dispositivo distractor, colocando un contrapeso para evitar la elevación del brazo y conseguir así la distracción.

#### **2.6.1.4. Cadera**

La distracción de la cadera es de especial importancia como consecuencia de la anatomía de la articulación. Esta maniobra proporciona una mejor visualización articular, permitiendo la inserción y manipulación del instrumental en el interior de la articulación con mayor facilidad y seguridad, lo cual no sería posible sin una distracción adecuada. Esto se ha observado tanto en medicina humana (Burman y col., 1931; Smart y col., 2007; Dunlap y col., 2012; Gédouin y col., 2012) como en veterinaria (Beale y col., 2003). Esta articulación es profunda y está rodeada de musculatura y otros tejidos de gran potencia, por ello es necesaria la distracción para poder ser examinada.

Dorfmann y colaboradores (1999) dividieron la articulación de la cadera en el ser humano en dos zonas bien diferenciadas: un compartimento periférico que comprende los aspectos anterior e inferior del cuello femoral, el borde acetabular, parte del cartílago articular de la cabeza femoral y la membrana sinovial, mientras que el compartimento central o ilio-femoral está compuesto por la fosa acetabular, el ligamento redondo, el cartílago articular de la cabeza del fémur y el aspecto intraarticular del borde acetabular. Así, se ha observado que la distracción es necesaria para la exploración del compartimento central de la articulación, pero no se debe aplicar para la valoración del compartimento periférico, puesto que interfiere en la misma (Byrd y col., 2004). Esta técnica ha sido descrita en numerosas ocasiones en medicina humana, debido a la gran importancia y utilidad de la técnica durante la artroscopia (Griffin y col., 1999; Bushnell y col., 2007; Clarke y col., 2003; Flecher y col., 2011; Kelly y col., 2005; Smart y col., 2007; Gédouin y col., 2012; Marchie y col., 2012). Además, se ha descrito la dirección de la tracción, siendo la dirección óptima, oblicua al eje del cuerpo del paciente y similar al eje del cuello del fémur, mientras que no debe ser paralela al eje de la diáfisis femoral (Byrd y col., 2004), aunque puede

haber variaciones en función de la anatomía del paciente (Nord y col., 2010).

Las técnicas que se han empleado en la distracción de la cadera en medicina humana son no invasivas o invasivas. Las técnicas no invasivas se realizan posicionando al paciente en una mesa quirúrgica para la reducción de fracturas, con un dispositivo colocado en la zona perineal para contrarrestar la tracción ejercida sobre la extremidad de forma externa, haciendo uso de unas botas en los pies unidas a las barras distractoras (Griffin y col., 1999; Clarke y col., 2003; Kelly y col., 2005; Smart y col., 2007; Gédouin y col., 2012; Marchie y col., 2012). Por otra parte, también han sido descritas técnicas invasivas. En 2007, Bushnell y colaboradores describieron un distractor consistente en dos partes, la más proximal que pretendía la sujeción del cuerpo del paciente mientras se realizaba la distracción y la más distal, que se aplicaba a la parte distal del fémur mediante una aguja intercondilar de medial a lateral (Bushnell y col., 2007). Posteriormente, Flecher y colaboradores (2011) estudiaron la utilidad de otra técnica distractora en el tratamiento artroscópico del síndrome de pinzamiento femoroacetabular, en la que el distractor se une al cuerpo del paciente no sólo distalmente sino también en la zona proximal. Para conseguirlo, colocaron una aguja roscada insertada proximalmente al acetábulo, mientras que una segunda aguja fue insertada en la diáfisis femoral, a nivel del trocánter menor. Por último, insertaron otras dos agujas roscadas próximas a las dos previas para incrementar la rigidez del distractor.

#### **2.6.1.5. Rodilla**

La artroscopia de rodilla es una técnica que se ha estandarizado durante las últimas décadas y actualmente es un procedimiento que se realiza rutinariamente en medicina humana para el diagnóstico y tratamiento de diferentes patologías de la rodilla. Sin embargo, hay pocos estudios sobre el uso de la distracción durante la artroscopia de rodilla. Jakob y colaboradores describen el uso de un distractor en la rodilla para facilitar la sutura meniscal (Jakob y col., 1988). Más recientemente Kurtz y colaboradores presentaron un trabajo donde valoraron el uso de un distractor en la rodilla para proceder a un trasplante meniscal (Kurtz y col., 2006). En este estudio afirman que la distracción facilita y simplifica la colocación de suturas y del injerto permitiendo una correcta cicatrización del tejido; además, no tuvieron dificultad alguna en la visualización de las estructuras, ni en el acceso a la articulación. En ambos



estudios emplean un distractor femoral invasivo que se fija a la extremidad mediante dos agujas colocadas una en el fémur distal y otra en la tibia proximal. Este distractor se colocará en posición medial o lateral, en función del menisco a tratar.

### **2.6.1.6. Articulación talocrural**

Al igual que en la cadera, la distracción de la articulación talocrural (tobillo) del ser humano durante la artroscopia parece fundamental debido a la propia anatomía de la articulación. La realización de una artroscopia en esta articulación supone un reto, ya que el espacio es reducido y está rodeada de estructuras neurovasculares. La distracción supone un incremento del espacio articular para poder introducir el instrumental y proceder al diagnóstico y tratamiento de lesiones. Por esta razón se han llevado a cabo una gran cantidad de estudios sobre técnicas de distracción en el tobillo (Theken y col., 1992; Aydin y col., 2006; Beals y col., 2010; Yates y col., 2010; Young y col., 2011; Lozano-Calderón y col., 2012; Kim y col., 2012; Nickisch y col., 2012; Zengerink y col., 2012).

En la bibliografía se confirma el empleo de técnicas invasivas y no invasivas para efectuar la distracción. Entre los trabajos que describen el empleo de técnicas invasivas destacan los estudios de Theken y colaboradores (1992), Beals y colaboradores (2010), Kim y colaboradores (2012), Nickisch y colaboradores (2012) y Aydin y colaboradores (2006). Theken y colaboradores (1992) describieron una técnica invasiva fijando el distractor al tobillo mediante una aguja en la porción distal de la tibia y otra en el calcáneo. Beals y colaboradores (2010) y Kim y colaboradores (2012) utilizaron otra técnica invasiva con una sola aguja colocada en el aspecto posterior e inferior del calcáneo. Nickisch y colaboradores (2012) emplearon también una técnica de distracción invasiva mediante una aguja en el calcáneo, aunque no describen el lugar de su inserción. Aydin y colaboradores (2006) estudiaron la distracción conseguida mediante una técnica consistente en introducir un balón para cifoplastias en el espacio intraarticular.

Entre las técnicas no invasivas destacan los trabajos de Yates y colaboradores (2010), Young y colaboradores (2011), Lozano-Calderón y colaboradores (2012), Zengerink y colaboradores (2012) y Kim y colaboradores (2013). Yates y colaboradores (2010) describieron otra técnica no invasiva mediante el uso de vendas de gasa estériles fijadas a un soporte. Young y colaboradores (2011) y Lozano-

Calderón y colaboradores (2012) también emplearon este tipo de técnicas mediante bandas estériles sujetas al pie y atadas a un dispositivo distractor unido a la mesa quirúrgica, mientras que Zengerink y colaboradores (2012) emplearon la distracción no invasiva de forma intermitente, a través de bandas estériles que sujetaban el pie y soportadas por el propio cirujano, de forma que éste, al moverse hacia atrás, provocaba la distracción de la articulación. Kim y colaboradores (2013) colocaban al paciente en decúbito prono con la rodilla flexionada 90°, de forma que sujetaban el pie con cintas desde un soporte que se encontraba por encima del paciente.

Debido al gran uso de esta técnica para llevar a cabo la artroscopia en el tobillo, se han realizado numerosos estudios describiendo las complicaciones observadas y posibles recomendaciones para evitarlas, como es llevar el control de la fuerza aplicada (Theken y col., 1992).

No obstante, hay algunos autores que muestran cierta controversia con el uso de la distracción en la artroscopia de tobillo, ya que afirman que los accesos anteriores no necesitan de la distracción para poder llevar a cabo la artroscopia y que en caso de usarla, provoca un mayor riesgo de lesión de las estructuras neurovasculares (de Leeuw y col., 2009; de Leeuw y col., 2010; Rouvillain y col., 2013).

## **2.6.2. TÉCNICAS DE DISTRACCIÓN DESCRITAS EN VETERINARIA PARA LAS DIFERENTES ARTICULACIONES**

### **2.6.2.1. Hombro**

En la bibliografía consultada de medicina veterinaria sólo hay un estudio que describa una técnica de distracción no invasiva para la articulación escapulo humeral, mientras que ningún trabajo estudia técnicas de distracción invasivas en el hombro, al igual de lo que ocurre en medicina humana.

La técnica no invasiva descrita consiste en la utilización de una estructura de acero inoxidable en forma de T, con un cojín en uno de sus extremos para su colocación a nivel axilar. La distracción se realiza en dirección longitudinal, desde la

parte más distal de la extremidad, mediante la colocación de vendas estériles que son sujetas a un dispositivo con una cuerda corredera para aplicar la tracción adecuada al procedimiento (*Figura 21*) (Schulz y col., 2004). Este mismo dispositivo se ha empleado para la distracción de la cadera.



*Fig. 21.* Distractor no invasivo y cuerda para la distracción del hombro y cadera  
(Imagen obtenida de Schulz y col., 2004).

#### **2.6.2.2. Codo**

En la bibliografía consultada no se han encontrado estudios que describan la utilización de técnicas de distracción articular para llevar a cabo una artroscopia de codo. No obstante, sí se ha descrito la necesidad de realizar abducción del codo haciendo uso de la mesa quirúrgica como punto de apoyo para conseguir la distracción en la zona medial del codo, facilitando la introducción del instrumental (Beale y col., 2003).

#### **2.6.2.3. Carpo**

En medicina veterinaria, como se ha comentado anteriormente, la artroscopia de carpo es una técnica poco descrita (Beale y col., 2003; Warnock y col., 2004). Sólo hay un estudio que describe el uso de la distracción durante la misma y en el se indica que la distracción de la articulación antebraquiocarpal permite la mejor visualización de las estructuras, evitando además el daño iatrogénico como consecuencia de la

manipulación del instrumental dentro de la articulación (Warnock y col., 2004). Sin embargo, no realizan una descripción detallada de la técnica, sino que únicamente citan su aplicación.

#### **2.6.2.4. Cadera**

En pequeños animales apenas hay referencias bibliográficas sobre el desarrollo de técnicas de distracción articular para la cadera. Beale y colaboradores (2003), al realizar una descripción detallada de la técnica, describen la necesidad de un asistente que aplique distracción para poder llevar a cabo la técnica y citan el desarrollo de instrumental para su mantenimiento sin la necesidad del asistente. Sin embargo, no realizan la descripción de ninguna técnica. Por su parte, Schulz y colaboradores (2004) describieron un sistema de distracción articular no invasiva válido para hombro y cadera, consistente en una estructura de acero inoxidable en forma de T con un cojín en uno de sus extremos para su colocación en la zona inguinal. La distracción se realiza desde la parte distal de la extremidad mediante vendas estériles que son atadas a un dispositivo de cuerda corredera para aplicar diferentes grados de distracción.

#### **2.6.2.5. Rodilla**

En pequeños animales también hay pocos estudios sobre el uso de la distracción en la rodilla para facilitar la artroscopia (Böttcher y col., 2009; Gemmill y col., 2009). Gemmill y colaboradores (2009) se ayudaron de un distractor intraarticular para proceder a la artroscopia de rodilla, consiguiendo la completa visualización y palpación de las estructuras articulares y minimizando la necesidad de debridar de la grasa infrapatelar (*Figura 22A*).

Por otra parte, en el mismo año, Böttcher y colaboradores valoraron el uso de un distractor extraarticular invasivo para el diagnóstico y tratamiento de patologías meniscales en el perro, colocado medialmente, mediante dos agujas en fémur distal y tibia proximal (*Figura 22B*). En este estudio confirmaron que el uso del distractor facilita el acceso al cuerno caudal del menisco medial, lo cual resulta de gran utilidad en aquellos animales con un grado avanzado de fibrosis, en los que la movilidad articular está disminuida.

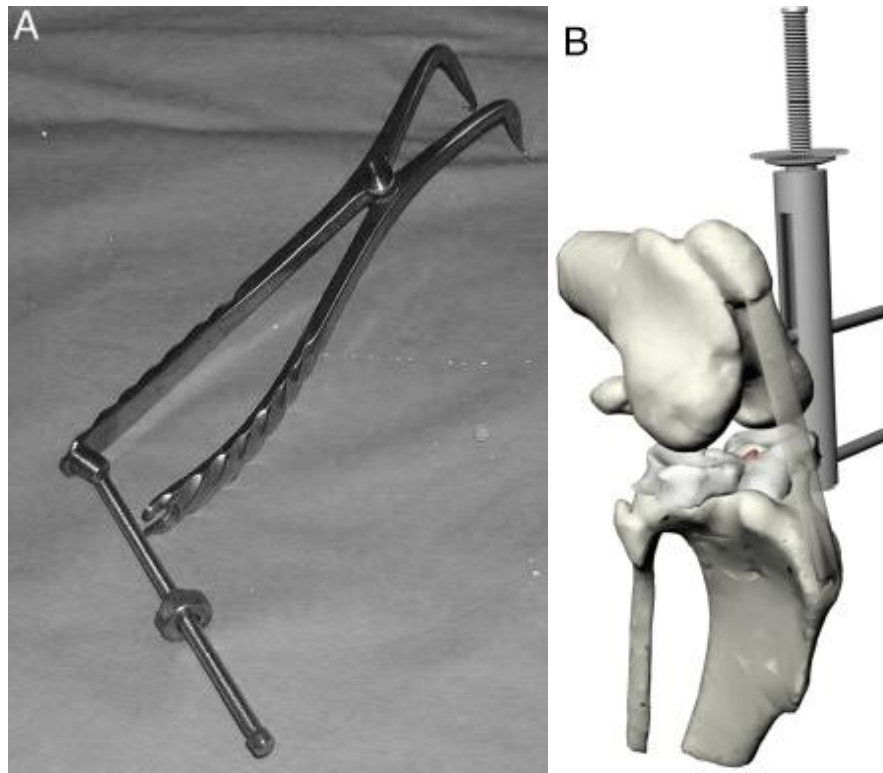


Fig. 22A (Imagen de la izquierda). Distractor intraarticular (Imagen obtenida de Gemmill y col., 2009).

Fig. 22B (imagen de la derecha). Distractor invasivo extraarticular  
(Imagen obtenida de Böttcher y col., 2009).

#### **2.6.2.6. Articulación tibiotarsal**

Hasta la fecha no se han encontrado estudios que describan el uso de técnicas de distracción en el tarso en los pequeños animales.

***3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA,  
HIPÓTESIS DE TRABAJO Y  
OBJETIVOS DEL ESTUDIO***



### **3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA, HIPÓTESIS DEL TRABAJO Y OBJETIVOS DEL ESTUDIO**

#### **3.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

Las lesiones o patologías que afectan a las articulaciones sinoviales son muy limitantes de la movilidad en nuestros pequeños animales, provocando malestar, alteraciones en la marcha y la incapacidad para llevar a cabo lo que se considera una vida normal o incluso para realizar labores para lo que han sido entrenados.

La artroscopia es la única técnica que puede realizar al mismo tiempo el diagnóstico y el tratamiento de afecciones articulares, reduciendo así el dinero y el tiempo invertido. Además, se presenta como una buena opción quirúrgica mínimamente invasiva que provoca menor daño a los tejidos y menor morbilidad, en comparación con la artrotomía. Sin embargo, puede resultar complicada en algunas ocasiones, como consecuencia del pequeño espacio para maniobrar, ya que movimientos inadecuados con el instrumental de artroscopia pueden provocar lesiones a nivel del cartílago articular, agravándose la lesión. Por ello, la distracción articular, cuyo objetivo es aumentar el espacio articular, puede presentarse como una solución que facilite el procedimiento, reduciendo los posibles daños que puedan derivarse de la técnica.

El número de trabajos que describen la utilización de esta técnica en la bibliografía veterinaria es escaso (Beale y col., 2003; Schulz y col., 2004; Warnock y col., 2004; Böttcher y col., 2009; Gemmill y col., 2009), siendo inexistentes los estudios que analicen el espacio conseguido o los posibles daños generados por el procedimiento de distracción. En este trabajo presentamos una nueva técnica de distracción articular, aplicable a diferentes articulaciones, que pensamos pueda resultar de utilidad durante los procedimientos artroscópicos, facilitando el diagnóstico y el tratamiento de las lesiones que afectan a las articulaciones sinoviales. De esta manera, se va a proceder a evaluar esta técnica sobre cuatro tipos de articulaciones (hombro, cadera, rodilla y tarso) del perro. No se ha visto necesario hacer el estudio sobre el codo y el carpo, ya que el codo resulta una articulación fácilmente repetible



artroscópicamente, de forma que aprendiendo la técnica, se puede examinar sistemáticamente toda la articulación. Por su parte, la artroscopia de carpo es un procedimiento poco descrito (Beale y col., 2003; Warnock y col., 2004), tal y como se ha comentado en la revisión bibliográfica, por lo que el estudio de la distracción de esta articulación no nos parece necesario.

La valoración de la técnica de distracción que se plantea en este trabajo se realiza aplicando fuerzas de tracción elevadas, para poder observar así, los efectos que éstas ejercen sobre cada articulación estudiada. Por este motivo y debido también a la cantidad de radiación radiológica que recibe cada articulación para poder valorar el espacio obtenido, este estudio se ha llevado a cabo en cadáveres de perro en lugar de en animales vivos. Como consecuencia del uso de cadáveres, no se ha podido efectuar el estudio histológico de las estructuras articulares para analizar posibles daños ligamentosos, efectuándose esta valoración mediante el diagnóstico por imagen.

### **3.2. HIPÓTESIS DE TRABAJO**

El incremento de espacio en las articulaciones durante la realización de una artroscopia resultaría de gran utilidad para facilitar y llevar a cabo un procedimiento adecuado, siempre y cuando no se trate de un procedimiento costoso de realizar, que incremente el tiempo de cirugía o que genere nuevas alteraciones en el animal.

En este trabajo se pretende valorar la viabilidad quirúrgica de una nueva técnica de distracción articular, evaluando además la cantidad de espacio obtenido en el interior de la articulación, en función de diferentes fuerzas aplicadas, para poder comprobar así, su eficacia y aplicabilidad clínica. Por otra parte, se valorará si provoca alguna lesión a nivel de tejidos blandos periarticulares que puedan agravar el cuadro clínico.

### **3.3. OBJETIVOS DEL ESTUDIO**

Para poder responder a las cuestiones formuladas en nuestra hipótesis de trabajo nos planteamos llevar a cabo el procedimiento de distracción articular

mediante estribos de tracción en 20 articulaciones de cada tipo (hombro, cadera, rodilla y articulación tibiotarsal), aplicando diferentes fuerzas de tracción. Además se llevará a cabo la distensión de las articulaciones para observar así el efecto que se produce al eliminar el “vacío” articular, tal y como ocurriría al introducir el instrumental artroscópico. Se valorará la distensión realizada mediante la introducción de aire y mediante la introducción de fluido en el interior articular. La primera se llevará a cabo en el hombro, la cadera, la rodilla y el tarso, mientras que la segunda se hará sólo en la rodilla.

Con la realización de esta investigación, pretendemos dar respuesta a los siguientes objetivos:

1. Evaluar la viabilidad técnica y eficacia de una técnica de distracción articular mediante estribos de tracción en el perro, para facilitar los procedimientos artroscópicos en las articulaciones de hombro, cadera, rodilla y tarso.
2. Valorar la cantidad de distracción obtenida en las articulaciones mencionadas, en función de la fuerza aplicada.
3. Evaluar el efecto que produce la flexión sobre el espacio articular conseguido durante la distracción en el hombro.
4. Evaluar el efecto que tiene la distensión mediante la introducción de aire intraarticular en todas las articulaciones objeto del estudio.
5. Evaluar el efecto que produce la distensión mediante la introducción de fluido intraarticular en la rodilla.
6. Valorar los posibles daños a los tejidos blandos articulares que puedan originarse como consecuencia del procedimiento de distracción.
7. Estudiar la existencia de una correlación entre el índice de masa corporal y la cantidad de distracción obtenida.



## ***4. MATERIAL Y MÉTODOS***



## **4. MATERIAL Y MÉTODOS**

### **4.1. MATERIAL**

#### **4.1.1. MATERIAL BIOLÓGICO**

En primer lugar se emplearon 14 cadáveres de perros adultos para el estudio de la distracción y de la distensión con aire en las cuatro articulaciones mencionadas. En un segundo estudio, para la valoración de la distensión con fluido en la rodilla se emplearon 12 cadáveres diferentes. A cada perro se le designó con un número para identificarlos durante toda la investigación. Los cadáveres empleados fueron proporcionados por el Centro de Protección Animal del barrio de la Fortuna, dependiente de la Gerencia de Madrid Salud, de la Comunidad Autónoma de Madrid. Todos los animales empleados en el estudio fallecieron por causas ajenas al estudio.

Como se explicará más adelante, al inicio del estudio se les realizó un examen radiológico completo para determinar la situación de las articulaciones objeto del trabajo de investigación. A continuación se muestra una tabla con cada animal y el número de articulaciones que se emplearon de cada tipo (*Tabla 1*).

<b>Nº Paciente</b>	<b>Estudio distensión con aire</b>				<b>Estudio distensión con fluido</b>	
	<b>Hombro</b>	<b>Cadera</b>	<b>Tarso</b>	<b>Rodilla</b>	<b>Perro</b>	<b>Rodilla</b>
<b>01</b>	1	0	1	2	<b>15</b>	1
<b>02</b>	2	2	1	2	<b>16</b>	2
<b>03</b>	2	2	1	2	<b>17</b>	2
<b>04</b>	2	2	2	2	<b>18</b>	2
<b>05</b>	2	2	1	2	<b>19</b>	2
<b>06</b>	2	2	2	2	<b>20</b>	2
<b>07</b>	2	2	2	2	<b>21</b>	2
<b>08</b>	2	1	2	2	<b>22</b>	1
<b>09</b>	2	2	0	2	<b>23</b>	2
<b>10</b>	0	2	1	0	<b>24</b>	1
<b>11</b>	2	2	2	2	<b>25</b>	1
<b>12</b>	1	1	2	0	<b>26</b>	2
<b>13</b>	0	0	2	0	<b>--</b>	-
<b>14</b>	0	0	1	0	<b>--</b>	-
<b>TOTAL</b>	<b>20</b>	<b>20</b>	<b>20</b>	<b>20</b>	<b>TOTAL</b>	<b>20</b>

*Tabla 1.* Relación de los animales y las articulaciones utilizadas de cada uno de ellos.

#### 4.1.2. MATERIAL QUIRÚRGICO

El material quirúrgico general no ortopédico empleado para la ejecución de la técnica fue el habitual para la realización de cualquier intervención quirúrgica:

- Pinzas de Adson, con y sin dientes.
- Mango de Bisturí nº 3, con hoja del nº 15.
- Mango de Bisturí nº 4, con hoja del nº 20.
- Pinzas atraumáticas para tejido Allis de 150 mm.
- Tijeras de Metzenbaum recta y curva.
- Tijeras de Mayo (AESCULAP®, Am Aesculap-Platz, 78532 Tuttlingen, Alemania).

El material de osteosíntesis específico empleado estaba compuesto por:

- Sistema de motor eléctrico para cirugía veterinaria ELAN Vetline (AESCULAP®). Esta unidad dispone de varios componentes como son el control de pie y cables de conexión a la corriente eléctrica y a la pistola de mano o a la sierra.
- Pistola de mano canulada hasta 2,8 mm de diámetro para cirugía de pequeños animales (AESCULAP®).
- Adaptadores de anclaje rápido para instrumental AO, con el fin utilizar las brocas de 5,5 mm de diámetro (AESCULAP®).
- Guía de broca de 5'5 mm de diámetro para la protección hística de los machos (SYNTHES®).
- Broca de dos aristas de corte de 5,5 mm de diámetro con acople de anclaje rápido AO (SYNTHES®).
- Agujas de Kirschner lisas de 1,5 mm de diámetro.
- Barra roscada M5 de diámetro, de acero inoxidable de 33 mm de longitud (AD MAIORA s.r.l., Via della Costituzione 10 - 42025 Cavriago (RE), Italia).
- Tuercas M5 (AD MAIORA s.r.l.).
- Arandelas redondas 15x5,5 mm (AD MAIORA s.r.l.).

### 4.1.3. MATERIAL DE RADIOLOGÍA

#### 4.1.3.1. Aparato de Rayos-X

- Sistema DIAGNOST 93 con generador de rayos X Philips® MEDIO 65 CP-H (Philips Medical Systems Nederland BV; Veenpluis, 6; 5684 PC Best; Holanda). La potencia de salida es de 700 mA a 85 Kv; 650 mA a 100 Kv; 500 mA a 125 Kv y 400 mA a 150 Kv (*Figura 23*).



*Fig. 23.* Aparato de rayos X Sistema DIAGNOST 93.

#### 4.1.3.2. Fluoroscopia

- Sistema Philips® Bv25 Gold Digital (Philips Medical Systems Nederland BV; Veenpluis, 6; 5684 PC Best; Holanda). Monitores duales con intensificador de imagen dual de 9"/6". Almacena 190 imágenes y guarda en memoria la última imagen (LIH). Paquete para cirugía. Impulso de fluoruro (floro boost). Luz fluorescente. Zoom/Roam. Teclado táctil para entrada de datos de pacientes. Sistema de TV. CCD. Lente anamórfico. Cámara matrix. Cumplimiento de Y2K (*Figura 24*).





Fig. 24. Fluoroscopio Philips® Bv25 Gold Digital (Imagen de la izquierda) y monitor (Imagen de la derecha).

#### 4.1.3.3. Chasis

- Chasis Universales CR MD4.0T de AGFA (Agfa Healthcare Spain. C/ Provenza nº 392, 08025 Barcelona, España), con los siguientes formatos de chasis:
  - Formato: 35x43 cm; Resolución especial: 10 píxels/mm; Tamaño de la matrix del pixel: 3480x4248.
  - Formato: 24x30 cm; Resolución especial: 10 píxels/mm; Tamaño de la matrix del pixel: 2328x2928.
  - Formato: 18x24 cm; Resolución especial: 10 píxels/mm; Tamaño de la matrix del pixel: 1728x2328.

#### 4.1.3.4. Reveladora

- Digitalizador CR 30-X. Sistema compacto y móvil de radiología Digital para veterinaria de AGFA, con alimentación mediante un solo chasis.
- Programa de identificación de imágenes y control de calidad NX 2.0 de AGFA.

#### **4.1.3.5. Equipo de interpretación**

- Programa visor de radiografías en formato Dicom (Dicom Viewer for Windows, MicroDicom 0.5.4-x64).

#### **4.1.3.6. Impresora**

- Sistema seco de impresión multiformato DRYSTAR 5302 de AGFA.

#### **4.1.3.7. Otros**

- **Medidor radiológico.** Referencia de 20 mm articulada para colocar al mismo nivel que la articulación durante el estudio radiológico (AD MAIORA s.r.l.) (*Figura 25*).
- **Posicionador de polimetilmetacrilato** (PMMA), fabricado de forma específica para este estudio (dimensiones 50 x 40 x 30 cm) con Plexiglas<sup>®</sup>, (Evonik Industries AG, Acrylic Polymers, Kirschenallee, 64293 Darmstadt, Alemania) (*Figura 26*).
- **Sacos de arena.** Se emplearon para conseguir la posición adecuada del animal.
- **Cuñas de espuma.** Se emplearon para conseguir la posición adecuada del animal.
- **Distractor de corcho.** Se trata de un distractor frabricado a partir de una tabla de corcho en forma trapezoidal empleado en las proyecciones de Pennhip de la cadera (*Figura 27*).
- **Bolsa de presión,** utilizada para conseguir la distensión con suero salino fisiológico, en la rodilla, a una presión adecuada (30-50 mmHg) (*Figura 28*).

#### **4.1.4. EQUIPO DE DISTRACCIÓN**

##### **4.1.4.1. Distractor**

- Distractor general de la empresa AD MAIORA s.r.l. (*Figura 29*), de dimensiones totales 81,5 x 24,5 cm y peso 1,7 Kg. Este distractor consta de varios elementos:
  - Estribos de tracción, de 80 y 120 mm.
  - Barra distractora para tracción esquelética de 73 x 25 cm, permitiendo una elongación de 18,5 cm, Modelo MED050AT0 (*Figura 30*).
  - Asa central diámetro 45 mm con bloqueos (Modelo DISORT01.101/01).
  - Barra roscada 16 mm con rosca a la izquierda (Modelo DISORT01.102/01).
  - Barra roscada 16 mm con rosca a la derecha (Modelo DISORT01.103/01).
  - Brazo distracción 220 mm con rosca a la izquierda (Modelo DISORT01.104/01).
  - Brazo distracción 220 mm con rosca a la derecha (Modelo DISORT01.105/01).

##### **4.1.4.2. Dinamómetro digital**

- Dinamómetro digital modelo HCB20K10 de la empresa KERN & SOHN (Balingen, Alemania) (*Figura 31*).

##### **4.1.4.3. Otros materiales**

- Mordaza universal anodizada para la conexión de accesorios a la mesa quirúrgica, adaptable a raíles de 2,8 a 4,2 cm. Presenta cuatro orificios de 2,1 cm de diámetro para realizar el soporte de la barras, tanto horizontal como verticalmente (Modelo MED03UNI) (AD MAIORA s.r.l.) (*Figura 32*).
- Pesos de 5 Kg.

- Cintas de sujeción de nylon radiotransparente.
- Esparadrapo de tela adhesivo. Esparadrapo universal de color carne de 10 cm de ancho x 10 m de longitud (Leukoplast Carne 10 cm x 10 m, Smith & Nephew, S.A., Barcelona, España).



Fig. 25. Referencia de 20 mm articulada empleada como medidor radiológico.

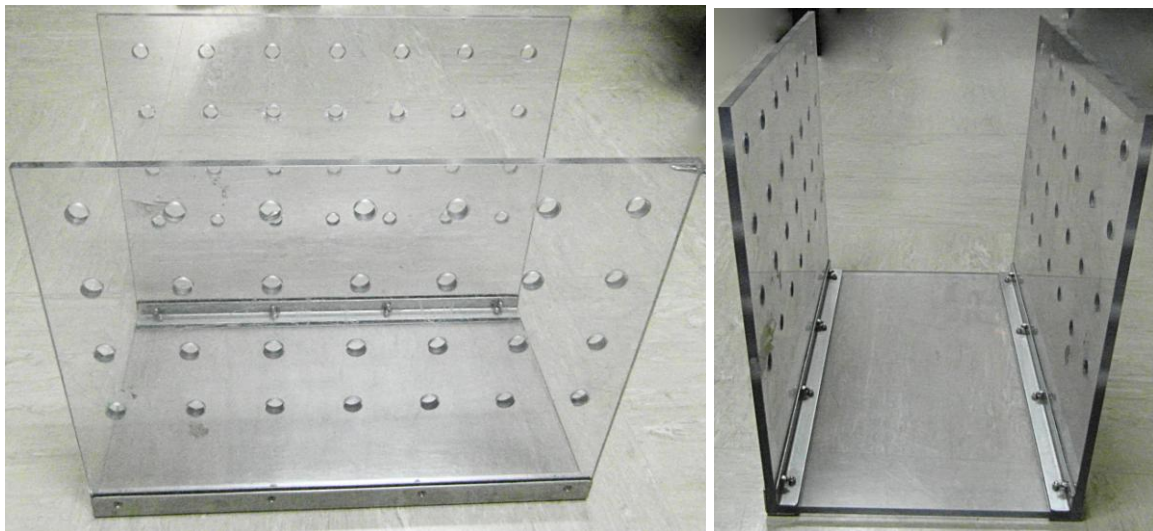


Fig. 26. Vistas lateral (*Imagen de la izquierda*) y frontal (*Imagen de la derecha*) del posicionador PMMA empleado en el estudio.



Fig. 27. Distractor de corcho empleado para las proyecciones Pennhip.



Fig. 28. Bolsa de presión para controlar la presión del suero en el interior de la rodilla.

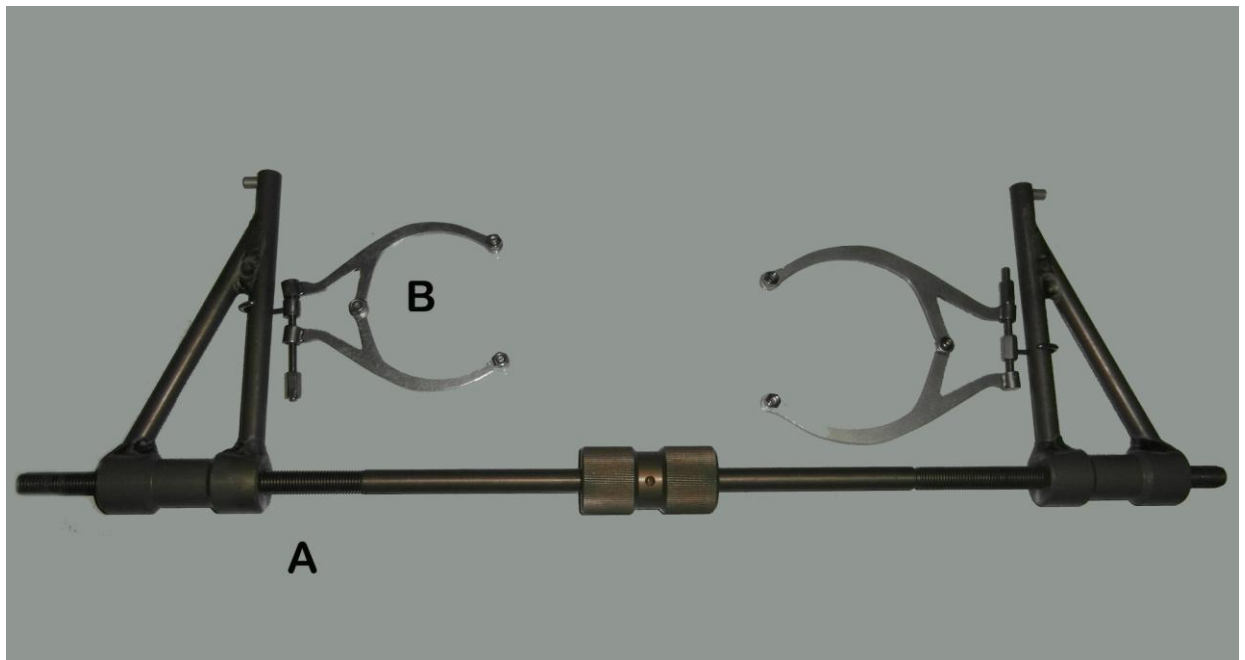


Fig. 29. Detalle del distractor empleado en el estudio.  
A. Distractor general. B. Estribos de tracción.

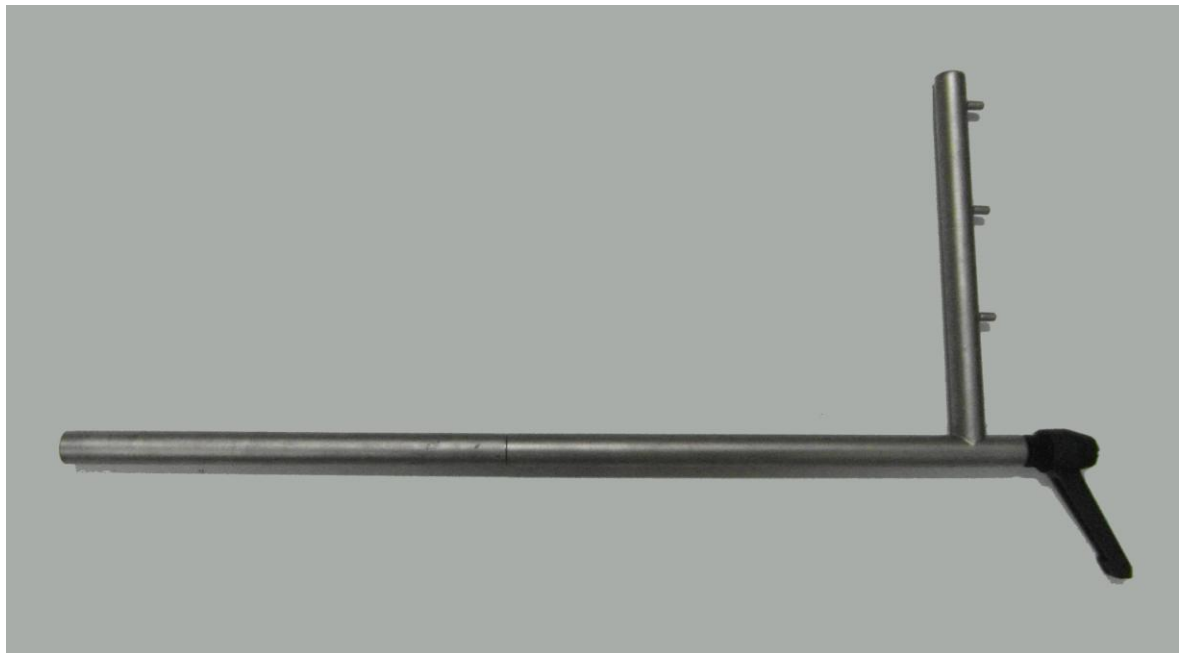


Fig. 30. Detalle de la barra distractora empleada para tracción esquelética.



Fig. 31. Detalle del dinamómetro digital.



Fig. 32. Detalle de la mordaza universal.

## **4.2. MÉTODOS**

### **4.2.1. PROTOCOLO GENERAL**

El estudio contó con la aprobación del Comité de Ética de la Universidad Complutense de Madrid. Consta de dos partes, un estudio general de las cuatro articulaciones mencionadas y un estudio específico de la rodilla, en el cual se valoró la distensión articular con fluido.

Para la realización del **estudio general**, se diseñó el siguiente protocolo de trabajo:

1. Obtención de los cadáveres.
2. Comprobación del buen estado y selección de las articulaciones sobre las que se realizará el estudio mediante el examen radiológico de las mismas.
3. Estudio radiológico de distracción y obtención de las imágenes. Una vez posicionada la articulación se obtuvieron imágenes a fuerzas de 0 N, 40 N, 80 N, 120 N, 160 N y 200 N.
4. Estudio del efecto de la flexión sobre el espacio articular durante la distracción en el caso del hombro.
5. Estudio radiológico del efecto que produce la introducción de aire en el interior de todas las articulaciones durante la aplicación de 200 N de distracción.
6. Estudio radiológico postdistracción en todas las articulaciones.
7. Medición de las imágenes digitales.
8. Estudio estadístico de los datos obtenidos.



En el caso del **estudio específico** en la rodilla, se diseñó el siguiente protocolo de trabajo:

1. Obtención de los cadáveres.
2. Comprobación del buen estado de las articulaciones de la rodilla sobre las que se realizará el estudio mediante el examen radiológico de las mismas.
3. Estudio radiológico de distracción y obtención de las imágenes. Una vez posicionada la articulación se obtuvieron imágenes a fuerzas de 0 N, 40 N, 80 N, 120 N, 160 N y 200 N.
4. Estudio radiológico del efecto que produce la distensión mediante la introducción de suero salino fisiológico en el interior de la articulación de la rodilla durante la aplicación de cada una de las fuerzas distractoras.
5. Estudio radiológico postdistracción.
6. Medición de las imágenes digitales.
7. Estudio estadístico de los datos obtenidos.

#### **4.2.2. ELECCIÓN Y PREPARACIÓN DEL PACIENTE**

Cada una de las valoraciones realizadas a lo largo de los dos estudios, tuvo lugar sobre 20 articulaciones procedentes de animales de la especie canina, de razas medianas y grandes (de 18,5 a 39 Kg). En ningún caso se incluyeron animales con evidencias clínicas de OA o fracturas en las articulaciones implicadas.

En el estudio general se emplearon 20 hombros de 11 animales, 20 caderas de 11 animales, 20 rodillas de 10 animales y 20 tarsos de 13 animales. En el estudio específico de la rodilla se emplearon 20 articulaciones procedentes de 12 animales.

Durante la realización del estudio se anotaron los datos necesarios para el

cálculo del **índice de masa corporal (IMC)** de cada uno de los animales incluidos: Peso, altura a la cruz y longitud de la protuberancia occipital a la base de la cola.

El IMC se calculó mediante la siguiente fórmula:

$$IMC = \frac{\text{Peso (en kg)}}{\text{Altura a la cruz (en m)} \times \text{Longitud desde la protuberancia occipital a la base de la cola (en m)}}$$

Esta fórmula es una modificación de un método publicado previamente, en el cual utilizaban la altura a los hombros en lugar de la altura a la cruz (Mawby y col., 2004).

Tras su muerte, los animales se introdujeron en cámaras de congelación a una temperatura de -20°C, hasta el inicio del estudio (Whatmough y col., 2008; Gemmill y col., 2009; Hidaka y col., 2009). Antes de comenzar el estudio los cadáveres se descongelaron durante 48 horas a temperatura ambiente, para anotar, una vez descongelados, datos sobre la altura, peso, longitud y longitud de la tibia.

#### 4.2.3. ESTUDIO RADIOLÓGICO PREVIO

Todos los estudios radiológicos se realizaron en las instalaciones del Servicio de Diagnóstico por Imagen y en el quirófano de cirugía experimental del Servicio de Cirugía de Pequeños Animales del Hospital Clínico Veterinario Complutense de la Facultad de Veterinaria de la Universidad Complutense de Madrid.

Antes de comenzar cada estudio se llevaron a cabo proyecciones radiológicas estándar de las articulaciones para comprobar que no presentaran ningún tipo de lesión ortopédica:

- Hombro: Mediolateral (ML) y caudocraneal (CdCr).
- Cadera: Ventrodorsal (VD) y laterolateral (LL).
- Rodilla: Mediolateral (ML) y craneocaudal (CrCd).
- Articulación tibiotarsal: Mediolateral (ML) y craneocaudal (CrCd).

Además, se realizaron proyecciones en estrés para evaluar la laxitud articular antes y después de la aplicación de la distracción, de forma que se pudiera valorar así el posible daño a los tejidos blandos articulares:

- Hombro: CdCr en valgo y en varo.
- Cadera: VD neutra y en distracción.
- Rodilla: CrCd en valgo y en varo.
- Articulación tibiotarsal: CrCd en valgo y en varo.

Para llevar a cabo las mediciones correspondientes en las imágenes radiológicas de forma correcta, eliminando el factor de magnificación radiológica, se utilizó en todas las radiografías una referencia cuyas medidas se conocían previamente, que se colocó al mismo nivel que cada una de las articulaciones a estudiar, pudiéndose realizar posteriormente en el programa informático, la calibración de la imagen.

#### **4.2.3.1. Hombro**

Como se ha comentado anteriormente, antes de comenzar el estudio de la distracción, se llevaron a cabo radiografías en proyección ML y CdCr de los hombros, para confirmar que no presentaran signos de enfermedades ortopédicas o fracturas previas y poder así desechar aquellos que sí los mostraban.

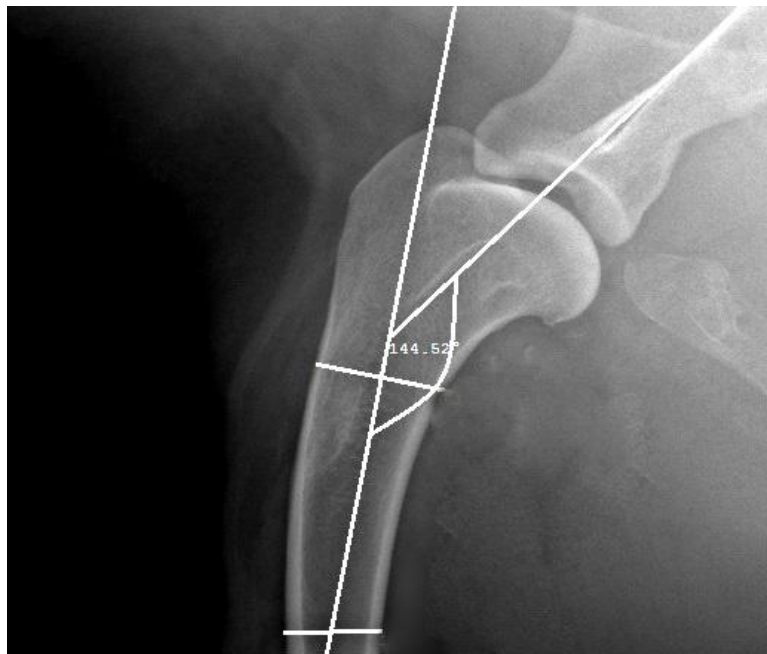
Para realizar la proyección ML, los animales se posicionaron en decúbito lateral sobre la extremidad objeto de estudio. Esta extremidad se extendió cranealmente y ventralmente, mientras que la contraria se dirigió caudalmente para separar los dos miembros. En esta posición, el cuello se colocó en extensión dorsal para evitar así la superposición de los músculos, tráquea, esternón y costillas sobre el hombro (Schebitz y Wilkens, 1989; van Bree y col., 2006; Waibil y col., 2006)(Figura 33).

Esta proyección ML también sirvió para el cálculo del **ángulo escapulo-humeral**. El eje escapular se definió como aquel que recorre la espina escapular, mientras que el eje humeral se describió como la línea que pasa a través del punto central de dos líneas que, a su vez, definían el diámetro del húmero proximal (Figura 34). Una vez descrito el ángulo escapulo-humeral, los animales se posicionaron de tal

forma que este ángulo fuera de 138-148°.



*Fig. 33.* Posicionamiento del animal para la proyección ML del hombro: 1) Hombro izquierdo. 2) Referencia radiológica. 3) Chasis. La cabeza del cadáver se ha eliminado por motivos cosméticos.



*Fig. 34.* Radiografía de la articulación del hombro en proyección ML donde se muestra la medida del ángulo escápulo-humeral.

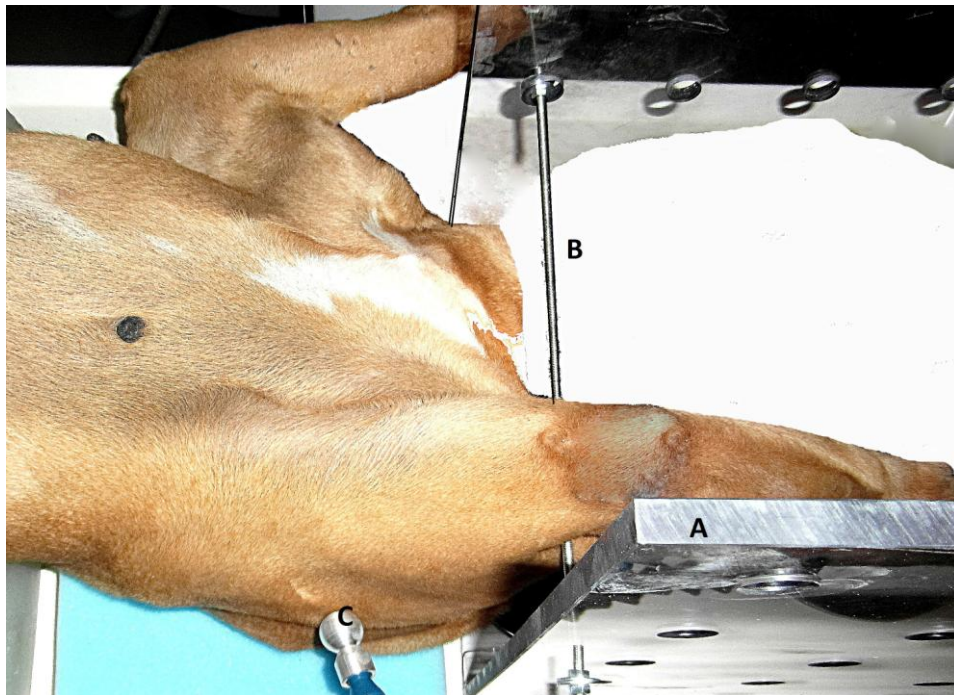
Para poder llevar a cabo la proyección CdCr de una forma fija y consistente en

## Material y Métodos

todos los hombros incluidos en el estudio, se midió la distancia entre el tubérculo mayor del húmero y el epicóndilo lateral y se dividió en 3 partes. A continuación, se realizó un orificio de 5,5 mm en el tercio distal del húmero con una broca de 5,5 mm de diámetro, a través del cual se introdujo una barra roscada M5 de acero inoxidable, para estabilizar posteriormente el hueso mediante arandelas y tuercas M5 colocadas a ambos lados del mismo.

Los cadáveres se colocaron en decúbito dorsal, en un posicionador de PMMA (Plexiglas®) hecho a medida para el estudio, con las extremidades anteriores extendidas cranealmente.

La posición fue tal que el plano sagital del tórax se rotaba 15-30° (van Bree y col., 2006) hacia el lado contrario del hombro a estudiar, para evitar la superposición de la caja torácica sobre la articulación. La espina escapular debía estar paralela al chasis. En esta posición, la barra roscada se fijó al posicionador con arandelas y tuercas (*Figuras 35 y 36*).



*Fig. 35.* Animal colocado en el posicionador de PMMA (Plexiglas)(A) para proceder a la obtención de las radiografías en posición CdCr, para estudiar la laxitud articular. La barra roscada (B) atraviesa el tercio distal del húmero y se fija al posicionador mediante arandelas y tuercas. La referencia radiográfica (C) se coloca al mismo nivel que la articulación, calculándose el ratio de magnificación. La cabeza del cadáver se ha eliminado por motivos cosméticos.



Fig. 36. Radiografía de la articulación del hombro en proyección CdCr.

Seguidamente, y para evaluar los posibles cambios de laxitud articular como consecuencia de la distracción, se aplicaba el estrés tanto en varo como en valgo, trasladando el cadáver completo medial y lateralmente con respecto al eje humeral, que permanecía inmóvil, hasta el máximo valgo y varo permitido por los tejidos blandos, respectivamente. En estas posiciones máximas también se obtuvieron radiografías (*Figuras 37 y 38*).



Fig. 37. Posicionamiento del animal para obtener la proyección CdCr en valgo. La cabeza del cadáver se ha eliminado por motivos cosméticos.





Fig. 38. Posicionamiento del animal para obtener la proyección CdCr en varo.  
La cabeza del cadáver se ha eliminado por motivos cosméticos.

#### **4.2.3.2. Cadera**

En la articulación de la cadera se realizaron las proyecciones VD y LL antes de realizar la distracción, para comprobar que no presentaban enfermedades o alteraciones ortopédicas.

Para llevar a cabo la proyección VD, los animales se colocaron en decúbito dorsal con ambos fémures extendidos y paralelos entre sí, rotando las rodillas ligeramente hacia medial, de forma que las patelas quedaran en el centro del fémur distal (Whittington y col., 1961; Schebitz y Wilkens, 1989; Apelt y col., 2005; Biery y col., 2006; Waibil y col., 2006) (*Figura 39*).

En esta posición las bisectrices de las fabelas medial y lateral coincidían con sus respectivas cortezas femorales y parte del trocánter menor era visible en el fémur proximal (Apelt y col., 2005). Estas proyecciones incluían la pelvis completa y los fémures, aunque los rayos se centraron en las caderas (Biery y col., 2006)(*Figura 40*).



Fig. 39 (Imagen de la izquierda). Animal en decúbito ventral para obtener la proyección VD de la cadera. Las rodillas están rotadas hacia medial sujetas con esparadrapo.

Fig. 40 (Imagen de la derecha). Radiografía de la articulación de la cadera en proyección VD.

En cuanto a la proyección LL, los cadáveres se colocaron en decúbito lateral derecho (Figura 41), centrando los rayos X en las caderas (Schebitz y Wilkens, 1989; Biery y col., 2006; Waibil y col., 2006), de forma que las alas del ílion y las caderas se superpusieran (Figura 42).



Fig. 41. Posicionamiento del animal para obtener la radiografía de cadera en proyección LL.





Fig. 42. Radiografía de la articulación de la cadera en proyección LL.

De la misma forma que en el hombro se llevaron a cabo radiografías en estrés para valorar la laxitud articular antes y después de la distracción, en la cadera se evaluó mediante una modificación del método PennHIP®. El método PennHIP® consiste en la obtención de tres proyecciones radiológicas: en compresión, en distracción y VD con las extremidades extendidas. Estas proyecciones dan información sobre la congruencia y laxitud articular, así como sobre la existencia de cambios degenerativos articulares (*Figura 43*).

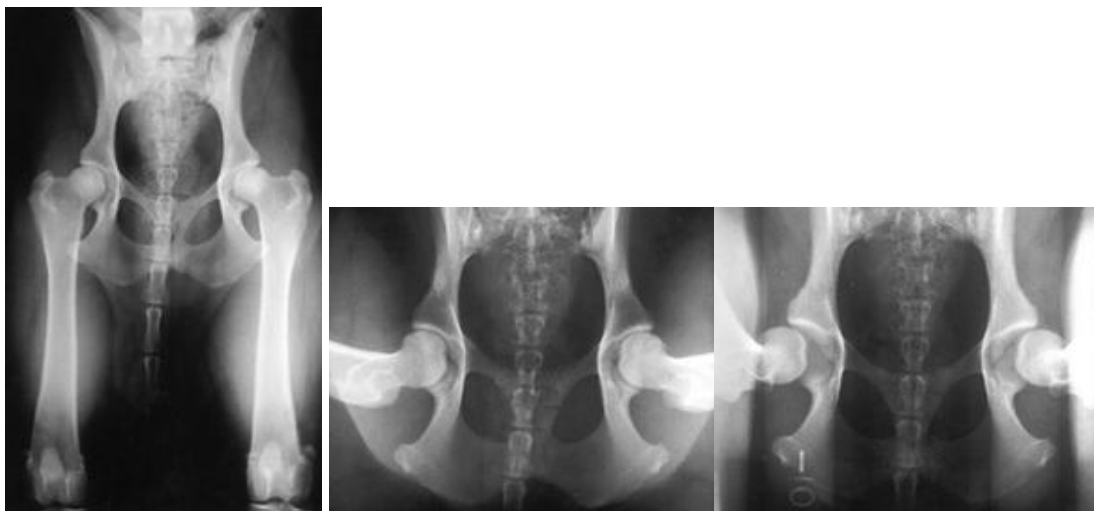
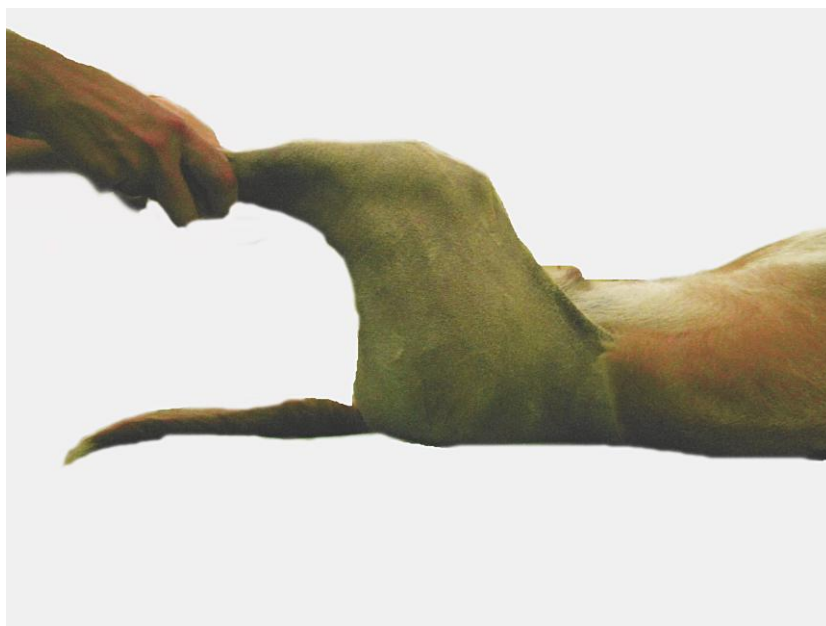


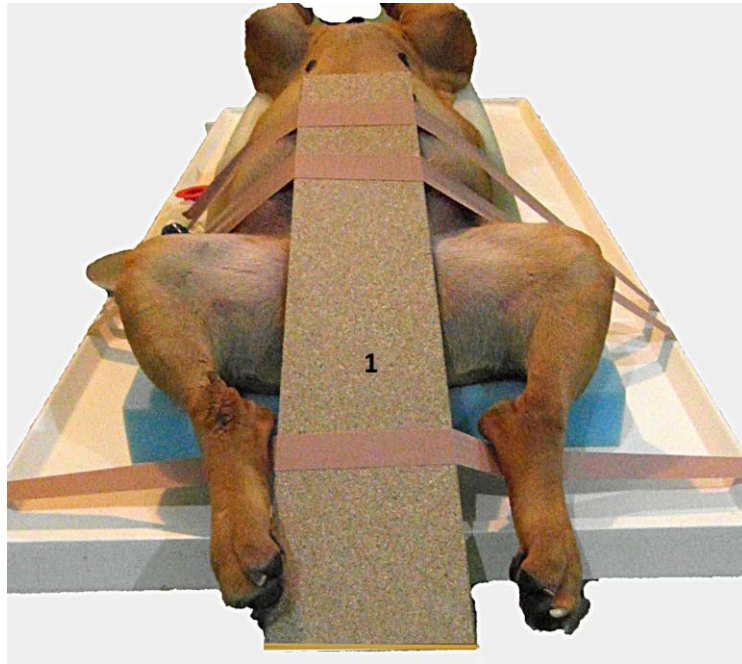
Fig. 43. Método Pennhip. Imagen de la izquierda: Proyección VD. Imagen del centro: Proyección en compresión. Imagen de la derecha: Proyección en distracción (Imágenes obtenidas de la dirección electrónica, [research.vet.upenn.edu/Default.aspx?alias=research.vet.upenn.edu/pennhip](http://research.vet.upenn.edu/Default.aspx?alias=research.vet.upenn.edu/pennhip)).

Sin embargo, en este estudio se realizó la valoración de la laxitud articular mediante una proyección neutra, en la que no se aplicó ninguna fuerza, y una proyección en estrés, en la que se aplicaron fuerzas de distracción. Para llevar a cabo la primera de ellas, los animales se colocaron en decúbito dorsal, con los fémures en posición vertical a la mesa y ligeramente abducidos, mientras que un asistente sujetaba los tarsos y mantenía las rodillas en una flexión de 90°. Los rayos X se centraron en las caderas (*Figuras 44*).



*Fig. 44.* Posicionamiento del animal en VD para la obtención de la proyección neutra de la cadera. El asistente sujeta los tarsos mientras flexiona las rodillas a 90°.

Por otra parte, para realizar la proyección en estrés, los animales se mantuvieron en la misma posición a la descrita anteriormente, mientras que un distractor consistente en una tabla de corcho en forma trapezoidal, elaborado para el estudio, se colocó entre las extremidades posteriores. Así, el asistente presionaba firmemente el distractor sobre la pelvis mientras que presionaba también las rodillas sobre el mismo, creando una fuerza de distracción lateral sobre las caderas. La anchura del distractor se estableció acorde a la distancia interacetabular (*Figura 45*), tomando como punto de referencia los músculos pectíneos. Por último, en el momento que las rodillas se empujaron hacia medial, se realizó la radiografía.



*Fig. 45.* Cadáver en posición VD con el distractor (1) colocado entre las extremidades posteriores para obtener las proyecciones en estrés. La anchura del distractor se estableció como la distancia entre los acetábulos aproximadamente, tomando como puntos de referencia los músculos pectíneos. El distractor se fijó al cadáver mediante cinta adhesiva, mientras que el asistente sujetaba las extremidades con las rodillas flexionadas 90°.

#### **4.2.3.3. Rodilla**

Las proyecciones estándar que se llevaron a cabo en la rodilla previamente a los dos estudios fueron la ML y la CrCd.

Para obtener la proyección ML, los animales se colocaron en decúbito lateral, con la extremidad objeto de estudio sobre la mesa, situando en la parte distal de la extremidad una pequeña esponja en forma de cuña para fijar correctamente la extremidad en un plano horizontal. La extremidad contraria se mantuvo fuera del área de exposición mediante su abducción. Los rayos se centraron sobre la zona craneal y distal al cóndilo medial del fémur, mientras la extremidad se mantenía en extensión, con un ángulo de 135° entre el fémur y la tibia (*Figura 46*). La colimación se realizaba tal para que incluyera el fémur distal, la tibia proximal, la patela y ligamento patelar, así como los tejidos caudales (Comerford y col., 2006), mientras que los cóndilos femorales deberían mantenerse superpuestos (Mostafa y col., 2008) (*Figura 47*).



Fig. 46 (Imagen de la izquierda). Posicionamiento del animal para obtener la proyección ML de la rodilla: 1. Rodilla derecha. 2. Referencia radiográfica.  
Fig. 47 (Imagen de la derecha). Radiografía de la articulación de la rodilla en proyección ML.

Para poder obtener la proyección CrCd de la misma forma en todos los animales se midió la distancia desde el trocánter mayor del fémur y el cóndilo lateral y se dividió en tres partes. A continuación se realizó un orificio con una broca de 5,5 mm de diámetro en el tercio distal del fémur y se introdujo una barra roscada M5 de acero inoxidable. En este momento, los cadáveres se colocaron en decúbito dorsal, de tal manera que el tórax se introducía en el interior de una cubeta para mantenerlos fijos. Las extremidades posteriores se extendieron caudalmente. Los troncos de los animales se rotaron ligeramente hacia el lado de la extremidad a estudiar, mientras que las rodillas se mantuvieron en el plano horizontal. La barra roscada se fijó al posicionador de PMMA (Plexiglas®) mediante arandelas y tuercas, de la misma forma que la extremidad se estabilizaba en esa posición mediante arandelas y tuercas colocadas a ambos lados del fémur distal (Figura 48). La proyección se centró a una distancia media entre los cóndilos femorales y la meseta tibial caudal (Comerford y col., 2006). La rodilla se flexionó de forma que la meseta tibial se colocó en vertical, paralela a los rayos x y perpendicular al chasis, consiguiendo que los bordes anterior y posterior de la tibia se superpusieran. Además, para evitar la rotación, la barra roscada se colocó de forma que las protuberancias tibiales estuvieran centradas y alineadas con la escotadura femoral (Issa y col., 2007). En esta posición los sesamoideos medial y lateral están divididos en dos por sus cortezas femorales, respectivamente (Apelt y col., 2005) y el tarso se situó al mismo nivel que la tibia

## Material y Métodos

mediante cuñas de espuma, evitando así la flexión o extensión de la rodilla. Esta posición se comprobó previamente a la obtención de la placa mediante fluoroscopia (Figura 49).

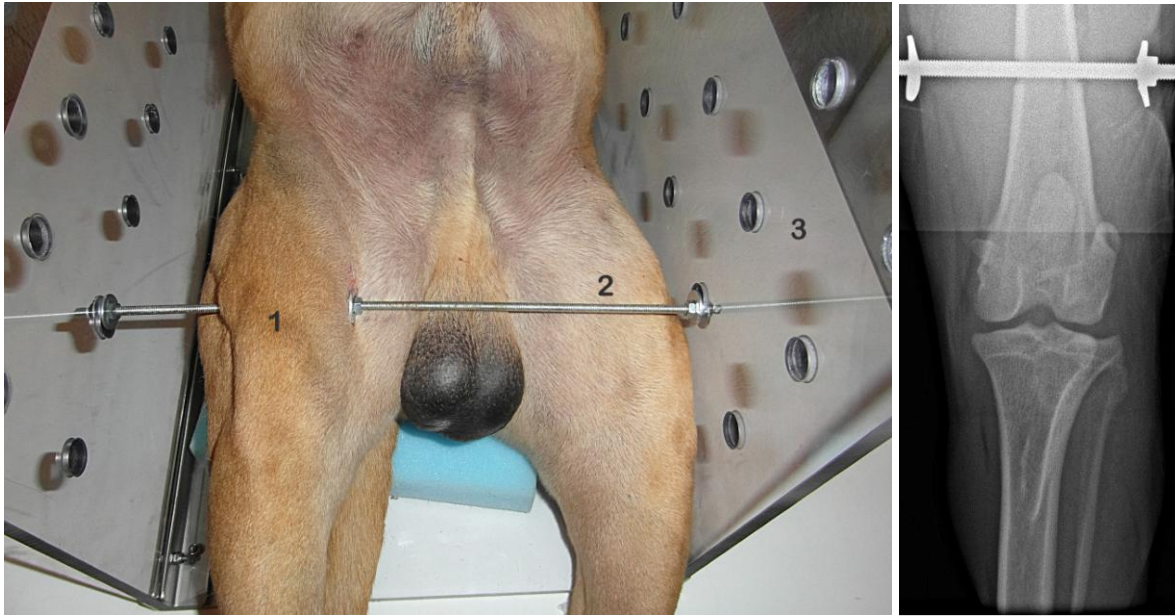


Fig. 48. (Imagen de la izquierda). Posición de la extremidad para la evaluación de la rodilla en proyección CrCd. La rodilla (1) se fijó mediante una barra roscada (2) insertada a través de un orificio en el tercio distal del femur y bloqueada mediante arandelas y tuercas a ambos lados de la extremidad. La barra roscada se conectó al posicionador de PMMA (3) mediante arandelas y tuercas.

Fig. 49 (Imagen de la derecha). Radiografía de la articulación de la rodilla en proyección CrCd.

Después de la proyección CrCd, se aplicó estrés varo y valgo para proceder posteriormente a la evaluación de la laxitud articular. Para ello, se aplicó un momento de fuerza de 10 Nm en varo y valgo, obteniendo radiografías en cada una de las posiciones. Esta fuerza se aplicaba conectando una banda de nylon a la tibia distal, a nivel de los maléolos de la tibia, que pasó sobre una esponja cuadrangular para que quedara en el mismo plano horizontal que la tibia, colgándose posteriormente la fuerza indicada (Figuras 50 y 51).





Fig. 50. Aplicación de 10 Nm en valgo.

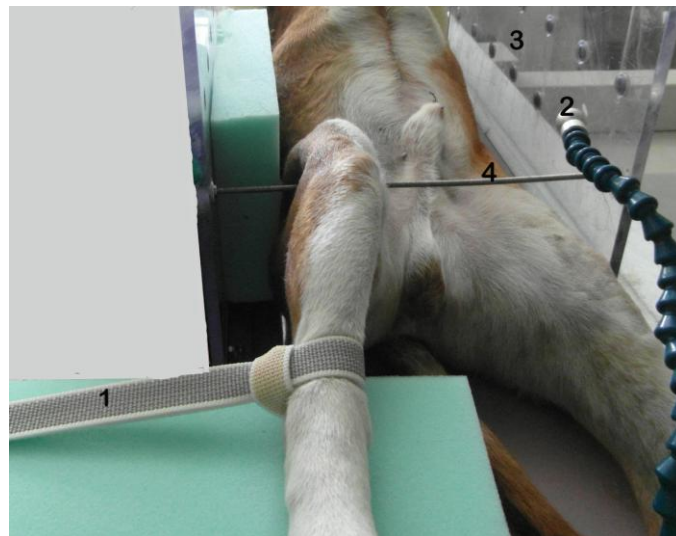


Fig. 51. Vista detallada de la aplicación de 10 Nm en valgo. 1) Banda de nylon 2) Referencia radiográfica 3) Posicionador de PMMA 4) Barra roscada fijando el fémur.

#### **4.2.3.4. Articulación tibiotarsal**

Las proyecciones realizadas en la articulación del tarso antes del procedimiento de distracción fueron la ML y la CrCd, para comprobar la ausencia de lesiones ortopédicas.

En primer lugar, se realizaron las proyecciones ML de los tarsos. Los animales se colocaron en decúbito lateral, con la extremidad a estudiar sobre la mesa y mantenida en un ángulo tibiotalar de  $135^{\circ}$ , mientras que la extremidad contraria se mantuvo fuera del área (*Figura 52*) (Schebitz y Wilkens, 1989; Waibil y col., 2006).



Fig. 52. Posicionamiento del tarso para la proyección ML. 1) Tarso. 2) Referencia radiográfica.

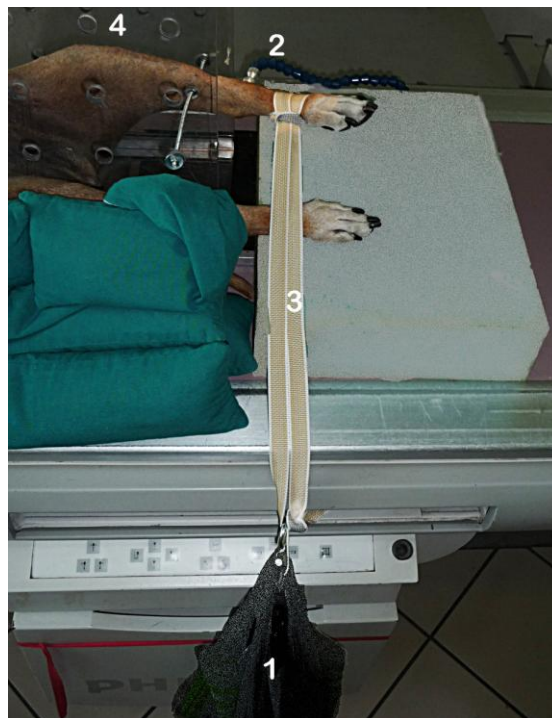
A continuación, los animales se posicionaron en decúbito dorsal forzando la extensión caudal de la extremidad para la obtención de la proyección CrCd. En esta posición y al igual que lo descrito anteriormente para el hombro y la rodilla, la distancia entre la tuberosidad tibial y el maléolo lateral de la tibia se midió y se dividió en tres partes. A continuación, mediante el uso de una broca de 5,5 mm de diámetro se realizó un orificio en el tercio distal de la tibia, para luego introducir una barra M5 roscada de acero inoxidable, que se fijaba a la extremidad mediante arandelas y tuercas colocadas a ambos lados de la tibia distal. Posteriormente, los cadáveres se introdujeron en el posicionador de PMMA y se colocaron en decúbito dorsal con las extremidades anteriores extendidas cranealmente. La barra roscada se fijó al posicionador con arandelas y tuercas colocadas a cada lado de sus paredes, tanto internamente, como externamente (*Figura 53*). Los rayos se centraron sobre la región de estudio y con ayuda de una esponja plana colocada entre las rodillas se alineó y estabilizó la extremidad (Allan y col., 2006) (*Figura 54*).

Tras la proyección CrCd y en esa misma posición, se llevaron a cabo las proyecciones en estrés, varo y valgo, mediante la aplicación de un momento de 5 Nm en medial y lateral, respectivamente. Estas fuerzas se colgaron de una banda de

nylon, al igual que lo descrito anteriormente para la articulación de la rodilla, que se fijó a los metatarsos proximales, aproximadamente a 10 cm distal de la articulación tibiotarsal pasando posteriormente por una esponja de forma que la banda se encontrara al mismo nivel que el tarso (*Figura 55*).



*Fig. 53 (Imagen de la izquierda).* Posicionamiento de la extremidad para la evaluación radiológica del tarso en proyección CrCd. El tarso (1) se fijó con una barra roscada (2) insertada en el tercio distal de la tibia mediante arandelas y tuercas. Esta barra roscada se conectó a ambos lados del posicionador de PMMA (3). *Fig. 54 (Imagen de la derecha).* Radiografía de la articulación del tarso en proyección CrCd.



*Fig. 55.* Posicionamiento del animal para obtener las proyecciones del tarso en estrés. 1. Peso de 5 Kg. 2. Referencia radiográfica. 3. Banda de nylon. 4. Posicionador de PMMA.



#### 4.2.4. ESTUDIO RADIOLÓGICO DE LA DISTRACCIÓN

En este apartado se describe la metodología empleada durante el procedimiento de distracción. Tanto en el estudio general de todas las articulaciones, como en el estudio específico de la rodilla se empleó la misma metodología durante la distracción. Tras la realización de las diferentes proyecciones radiológicas descritas se procedió a la aplicación de la distracción en cada una de las articulaciones. Durante esta parte del estudio también se utilizó una referencia de dimensiones conocidas que se colocó a la misma altura de cada una de las articulaciones para la obtención de radiografías en las que se pudiera realizar posteriormente las mediciones oportunas evitando errores por el factor de magnificación.

##### 4.2.4.1. Hombro

Para llevar a cabo este estudio, los cadáveres se posicionaron en decúbito lateral sobre el lado opuesto a la articulación sobre la cual se aplicaría el procedimiento. La extremidad objeto de estudio se colocó de forma neutral, es decir, con el húmero paralelo al suelo, tal y como se realiza la exploración artroscópica de la articulación (Beale y col., 2003). Para comenzar, se insertó una aguja de Kirschner de 1,5 mm de diámetro a través del cuello de la escápula en dirección caudo-lateral a cráneo-medial, la cual se conectó a uno de los estribos de tracción. Seguidamente, una segunda aguja de Kirschner se insertó en dirección caudo-lateral a cráneo-medial, en el área del tubérculo mayor del húmero, justo craneal al músculo deltoides y se conectó a un segundo estribo (*Figura 56*). A continuación se dió tensión a las agujas mediante el mismo mecanismo que ensancha los brazos del estribo, consistente en una barra roscada con una tuerca (*Figura 57*). De esta forma se evita que la aguja lesione los tejidos blandos.

Posteriormente a la colocación de las agujas y de los estribos, éstos se conectaron al distractor. La extremidad se estabilizó de tal forma que la escápula y el húmero estuvieran en un plano horizontal y paralelo al suelo. A continuación se conectó un dinamómetro digital y se aplicó la distracción midiendo la fuerza en todo momento (*Figura 58*). La fuerza aplicada fue en aumento, de 40 en 40 N, hasta un máximo de 200 N. No obstante, se aceptó un 1% de tolerancia en la determinación de las fuerzas de distracción.



Fig. 56. Colocación de agujas y estribos para la distracción del hombro.  
1) Estribo de tracción. 2) Aguja de Kirschner.



Fig. 57. Tensionado de las agujas de Kirschner. 1) Mecanismo para dar tensión.

Inmediatamente después de la aplicación de cada una de las fuerzas, se obtuvo una imagen radiológica, logrando imágenes a 0 N, 40 N, 80 N, 120 N, 160 N y 200 N. Una vez alcanzada la distracción de 200 N y tras haber realizado la radiografía correspondiente, se llevó a cabo la máxima flexión permitida por la distracción, tras lo cual se disparó una nueva imagen radiológica. Luego, se dejó a la articulación volver a la posición neutra en distracción con la fuerza máxima (200 N), para introducir una

aguja hipodérmica de 18 G (1,2 x 40 mm) en el espacio articular, justo en el borde superior del tubérculo mayor del húmero en dirección caudal y medial, e insertar 10 ml de aire. Este procedimiento permitió la eliminación del fenómeno de vacío en el interior de la articulación. Tras esta maniobra también se obtuvo la imagen radiológica correspondiente.



*Fig. 58.* Imagen que muestra el procedimiento de distracción realizado en la articulación del hombro. El estribo proximal se fija al cuello de la escápula (A), el estribo distal al húmero proximal (B) y ambos se conectan al distractor (C). La fuerza aplicada se mide mediante un dinamómetro digital (D). La cabeza del cadáver se ha eliminado por motivos cosméticos.

#### **4.2.4.2. Cadera**

Para llevar a cabo el procedimiento de distracción en la cadera, los animales se posicionaron en decúbito lateral sobre el lado opuesto a la articulación objeto de la distracción.

En la distracción de la cadera se insertó una única aguja de Kirschner de 1,5 mm de diámetro a través de los cóndilos femorales en dirección latero-medial, conectándose al estribo de tracción correspondiente y se le aplicó tensión. La pelvis se estabilizó con dos bandas, como ya se ha descrito previamente (Rovesti y col., 2006).

A continuación la barra de tracción que estaba fijada a la mesa, se conectó al

estribo. La extremidad se estabilizó y se alineó de tal forma que la pelvis se alineaba también y el fémur se posicionaba en un plano horizontal y paralelo al suelo (*Figura 59*). De la misma forma que en el caso del hombro, se conectó un dinamómetro digital a la barra para poder controlar la fuerza distractora en todo momento. Por último se procedió a la distracción, aplicando fuerzas que iban en aumento, de 40 en 40 N, hasta un máximo de 200 N. Al igual que en el caso anterior, se aceptó un 1 % de tolerancia en la determinación de las fuerzas de distracción. Tras cada incremento de fuerza, se obtuvo una imagen fluoroscópica, de tal forma que se realizaron imágenes a 0 N, 40 N, 80 N, 120 N, 160 N y 200 N. En este caso, el equipo de obtención de imágenes fue un fluoroscopio transportable, ya que la barra distractora únicamente podía ser conectada a una mesa quirúrgica.



*Fig. 59.* Imagen mostrando el procedimiento de distracción realizado en la articulación de la cadera. El animal se sujetó mediante cintas (1) para evitar el movimiento durante la distracción. El estribo de tracción (2) se colocó en el área condilar femoral y se conectó a la barra distractora mediante una cadena metálica. La fuerza aplicada se midió a través de un dinamómetro digital (3).

Una vez alcanzados los 200 N de distracción y manteniendo esa fuerza, se procedió a la introducción de una aguja espinal de 22 G (0,7 x 75 mm) en el interior del espacio articular, en el punto medio del borde superior del trocánter mayor, perpendicular a la superficie de la piel, para insertar 10 ml de aire y eliminar así el efecto de vacío articular. Tras este procedimiento también se obtuvo una imagen fluoroscópica.

#### **4.2.4.2. Rodilla**

Para llevar a cabo la valoración de la distracción de la rodilla, los animales se colocaron en decúbito dorsal y se procedió de la misma forma que para realizar las proyecciones radiográficas CrCd.

A continuación, se introdujo una aguja de Kirschner de 1,5 mm de diámetro en el área de los cóndilos femorales (al igual que se ha descrito en la cadera) y se conectó al estribo de tracción correspondiente, proporcionándole tensión. Una segunda aguja de Kirschner del mismo diámetro se insertó en el área metafisaria proximal de la tibia, justo en el punto medio de la longitud próximo-distal de la tuberosidad tibial y en el punto medio de la longitud cráneo-caudal de la tibia, conectándose de nuevo a su estribo de tracción y tensándose. Seguidamente el dinamómetro digital y el distractor general se conectaron a los estribos (*Figura 60*).

Para evitar la rotación de la extremidad durante el procedimiento, el fémur se bloqueó al posicionador mediante la barra roscada, tal y como se ha explicado anteriormente para la obtención de las proyecciones CrCd. Además, el estribo distal se bloqueó al distractor mediante tres cerclajes que actuaron como abrazaderas metálicas. Por último, como medida de control, una aguja de Kirschner de 1,5 mm de diámetro se insertó de forma paralela al suelo en la parte más distal de la tuberosidad tibial y en el punto medio de la longitud cráneo-caudal de la tibia. Después de cada incremento de fuerza distractora se comprobó la posición de esta aguja, de forma que se evitó la rotación de la extremidad y únicamente tuvo lugar el movimiento longitudinal de la tibia como consecuencia de la distracción. De esta forma se pudo llevar a cabo la comparación del espacio articular con cada una de las fuerzas aplicadas.





Fig. 60. Procedimiento de distracción de la articulación de la rodilla. 1) Estribos distractores. 2) Distractor. 3) Dinamómetro digital. 4) Barra roscada que bloquea el fémur. 5) Aguja de Kirschner para control de la rotación. 6) Cerclajes que bloquean el estribo distal.

Tanto en el estudio general como en el estudio específico de la rodilla se valoró el procedimiento de distracción de la misma manera. Se inició la distracción, aplicando fuerzas que fueron en aumento de 40 en 40 N, hasta un máximo de 200 N, como se ha descrito anteriormente. Se aceptó como válido un 1% de tolerancia en la determinación de las fuerzas. Al igual que en los casos anteriores, después de la aplicación de cada fuerza, se obtuvo una imagen radiológica (0 N, 40 N, 80 N, 120 N, 160 N y 200 N). Tras todo el procedimiento de distracción y manteniendo la articulación a 200 N, se llevó a cabo la flexión permitida, tras la cual la rodilla se volvió a extender.

En el estudio general, una vez alcanzados los 200 N de distracción y manteniendo esa fuerza, se procedió a la introducción de una aguja hipodérmica de 18 G (1,2 x 40 mm) en el espacio articular, medial o lateral al ligamento rotuliano y en el punto medio entre el fémur y la tibia. Se inyectaron 10 ml de aire en el interior del espacio articular y eliminar así el efecto de vacío articular. Tras este procedimiento

también se obtuvo una imagen fluoroscópica.

En el estudio específico de la rodilla, después de la serie completa de fuerzas aplicadas, se relajó la articulación y se llevó a cabo la distracción junto con la distensión, para realizar la comparación de los espacios articulares con aquellos obtenidos en ausencia de distensión articular. La distensión se realizó mediante la introducción de una aguja hipodérmica de 18 G (1,2 x 40 mm) en el interior de la articulación a través de la cual se inyectó suero salino fisiológico. El fluido se administró mediante el uso de una bolsa de presión a 30-50 mmHg, simulando así la situación de un procedimiento artroscópico real. Esto permitió la eliminación del efecto de vacío intraarticular. Seguidamente se aplicaron las fuerzas distractoras de la misma forma que se ha descrito anteriormente y se obtuvo una imagen radiológica en cada una de las distracciones realizadas.

#### **4.2.4.4. Articulación tibiotarsal**

Al igual que en el caso de la rodilla, para el estudio de la distracción de la articulación tibiotarsal, los animales se colocaron en decúbito dorsal.

En primer lugar, se insertó una aguja de Kirschner de 1,5 mm de diámetro a través del área distal de la tibia, 5 cm proximalmente a la articulación tibiotarsal, en dirección medio-lateral y se conectó a un estribo de tracción. En segundo lugar, otra aguja de Kirschner del mismo diámetro se insertó en la base del calcáneo, aproximadamente a un tercio de su longitud disto-proximal, conectándose también a un estribo de tracción. El estribo proximal se estabilizó mediante su sujeción al posicionador para evitar cualquier rotación durante la distracción. La rotación de la parte distal se controló mediante la colocación de una aguja de Kirschner, paralela al suelo, a nivel de los metacarpianos. A continuación, se aplicó tensión a ambas agujas. La extremidad se alineó y colocó de forma que la tibia estuviera en un plano horizontal y paralela al suelo. Para mantener la alineación durante la distracción, el tarso se colocó en el mismo plano que la tibia mediante cuñas de espuma. Seguidamente, tanto el dinamómetro digital como el distractor general se conectaron a los dos estribos (*Figura 61*).



*Fig. 61.* Procedimiento de distracción de la articulación del tarso. Los estribos (1) se conectaron al área distal de la tibia y a la base del calcáneo mediante dos agujas de Kirschner de 1,5 mm de diámetro, que se conectaron al distractor (2). Se utilizó un dinamómetro digital (3) para medir las fuerzas aplicadas. El estribo proximal se estabilizó al posicionador mediante abrazaderas metálicas (4).

La distracción se aplicó, al igual que en los casos anteriores, con fuerzas en aumento, de 40 en 40 N, hasta un máximo de 200 N y obteniéndose una imagen radiológica tras cada incremento (0 N, 40 N, 80 N, 120 N, 160 N y 200 N). Se aceptó, como en los apartados anteriores, un 1% de tolerancia en la determinación de la fuerza distractora.

Una vez alcanzados los 200 N de distracción y manteniéndose, se llevó a cabo la flexión permitida, extendiendo la articulación posteriormente para proceder a realizar la distensión articular. Se insertó una aguja hipodérmica de 23 G (0,6 x 25 mm) en el espacio tibiotarsal, lateral o medial a los extensores y en una dirección 70-90°, introduciéndose 2 ml de aire en el interior articular para eliminar el efecto de vacío en la articulación. Tras este procedimiento se obtuvo otra imagen radiológica.



#### **4.2.5. ESTUDIO RADIOLÓGICO POST-DISTRACCIÓN**

Una vez realizada la distracción y la distensión de todas las articulaciones, se evaluaron radiológicamente cada una de ellas, mediante la realización de las proyecciones en estrés descritas en el estudio radiológico previo a la misma:

- Hombro: Proyecciones CdCr, en varo y en valgo.
- Cadera: Proyecciones VD, neutra y en distracción.
- Rodilla: Proyecciones CrCd, en varo y en valgo.
- Articulación tibiotarsal: Proyecciones CrCd, en varo y en valgo.

De esta manera se evaluó si la distracción había provocado alguna alteración en los tejidos blandos provocando una mayor laxitud articular.

#### **4.2.6. MÉTODO DE MEDICIÓN DE LAS IMÁGENES DIGITALES**

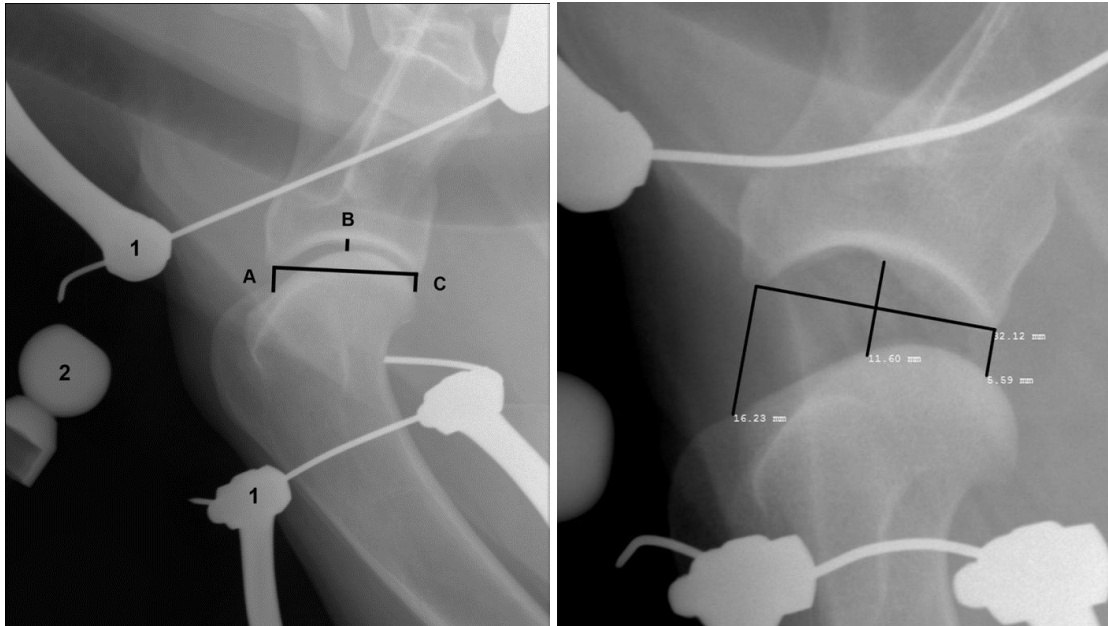
Las imágenes radiológicas obtenidas de cada uno de los estudios fueron almacenadas y evaluadas mediante un programa informático adecuado para valorar imágenes en formato Dicom (Dicom Viewer para Windows, MicroDicom 0.5.4-x64) para su posterior tratamiento.

La valoración y medición de una radiografía es muy subjetiva y está influida por numerosos factores. Para reducir en gran medida la interferencia de éstos, se procedió en primer lugar a la medición de cada estudio radiológico en tres ocasiones y en tiempos suficientemente distanciados, para luego calcular la media de las tres medidas obtenidas y así conseguir resultados más exactos.

##### **4.2.6.1. Hombro**

En las proyecciones ML que se obtuvieron durante la distracción del hombro se identificaron tres puntos, A, B y C (craneal, medio y caudal), que permitieron realizar la medición del espacio articular. La localización de estos tres puntos se realizó de la siguiente manera. En primer lugar, se trazó una línea conectando la parte craneal del proceso bicipital de la escápula y la parte más caudal de la cavidad glenoidea (*Figura 62A*).

En esta línea se identificaron el punto más craneal, más caudal y el punto medio. A partir de los puntos marcados se trazaron líneas perpendiculares a la primera línea, representando así la dirección en la que se debía realizar la medición del espacio articular entre la escápula y el húmero, obteniéndose tres mediciones del espacio visible entre ambos huesos (A, B y C). Este procedimiento se repitió para cada una de las imágenes obtenidas durante el estudio (*Figura 62B*).



*Fig. 62A (Imagen de la izquierda).* Radiografía en proyección ML de la articulación del hombro a 0 N de fuerza distractora. Se muestran los puntos de medición definidos en esta proyección: craneal (A), medio (B) y caudal (C). Nótese los estribos de tracción (1) y la referencia radiológica (2).

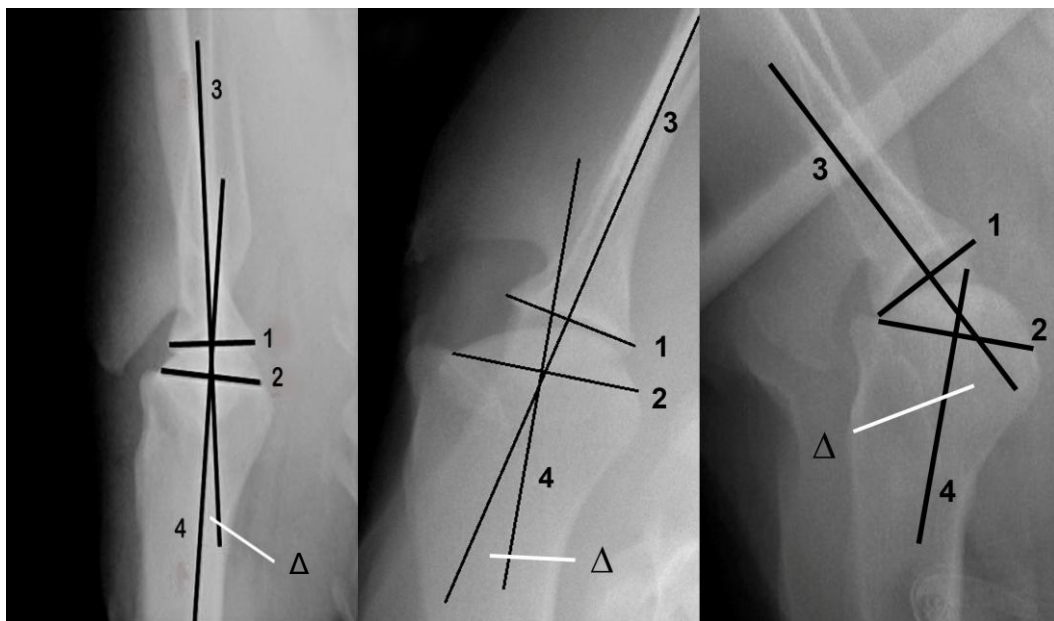
*Fig. 62B (Imagen de la derecha).* Radiografía en proyección ML de la articulación del hombro sometida a 160 N de tracción. Las mediciones se realizaron en todas las imágenes obtenidas en los tres puntos definidos.

En el hombro, además se evaluó la posición en la que se llevó a cabo la distracción, es decir, se calculó el ángulo que formaba la escápula y el húmero en posición ML durante todo el procedimiento de distracción, para poder observar si se producían cambios conforme la fuerza de distracción se incrementaba. Para cada una de las imágenes se obtuvo, por tanto, el ángulo tal y como se ha descrito anteriormente, entre la escápula y el húmero (*Figura 34*).

La valoración de la laxitud articular se realizó calculando el ángulo entre los ejes de la escápula y el húmero en las proyecciones CdCr (estándar, varo y valgo). Para ello se trazó una línea que uniera la parte más medial y lateral de la cavidad glenoidea (línea 1) y otra línea que uniera el punto de contacto entre el tubérculo

mayor del húmero y la cabeza humeral con el punto de contacto entre el tubérculo menor del húmero y la cabeza humeral (línea 2). A continuación se trazaron dos líneas perpendiculares a las líneas 1 y 2 en el centro de las mismas (líneas 3 y 4), midiéndose el ángulo entre ellas, que se definió como el ángulo escápulo-humeral (*Figura 63*).

Los valores obtenidos en las proyecciones CdCr estándar, en varo y en valgo realizadas antes de la distracción fueron comparados con aquellos obtenidos en las mismas proyecciones realizadas tras el estudio, para poder observar si se habían producido cambios o alteraciones a nivel de tejidos blandos que explicasen un incremento en la laxitud articular.



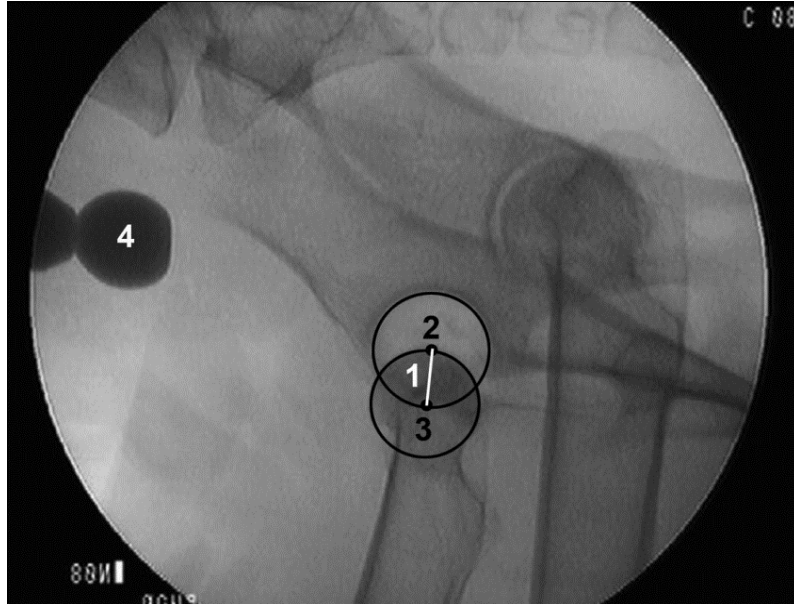
*Fig. 63. Valoración del ángulo escápulo-humeral en la proyección CdCr. La línea 1 conecta los puntos más lateral y medial de la cavidad glenoidea, mientras que la línea 2 conecta los puntos donde se unen la cabeza humeral con el tubérculo mayor y menor del húmero. Las líneas 3 y 4 son perpendiculares a las líneas 1 y 2, respectivamente. El ángulo entre ellas se definió como el ángulo escápulo-humeral ( $\Delta$ ).*

Este procedimiento se realizó en las proyecciones CdCr estándar (*Imagen de la izquierda*), en varo (*Imagen del centro*) y en valgo (*Imagen de la derecha*).

#### **4.2.6.2. Cadera**

El espacio articular conseguido durante el procedimiento de distracción de la cadera fue evaluado en las imágenes radiológicas obtenidas mediante fluoroscopia, durante el procedimiento de distracción y tras la inyección de aire intra-articular, tal y como se ha explicado en el apartado anterior. Este espacio fue definido como la distancia presente entre el centro del acetábulo y el centro de la cabeza femoral. Para

ello, tanto el acetábulo como la cabeza femoral se identificaron en las imágenes obtenidas mediante dos circunferencias, en las que se marcaban los centros de cada una de ellas (*Figura 64*), para luego proceder a medir la distancia entre ambos.



*Fig. 64.* Imagen fluoroscópica de una cadera bajo la tracción de 80 N. El acetábulo y la cabeza femoral se marcaron con dos circunferencias en las que se identificó el centro. La medida del espacio articular se calculó como la distancia (1) entre el centro acetabular (2) y el centro de la cabeza femoral (3). Nótese la referencia radiológica (4).

La congruencia y laxitud articular en la cadera fueron evaluadas mediante el cálculo de los índices neutro (IN) y de distracción (ID), tanto en las proyecciones neutras, como en las proyecciones en estrés (*Figura 65*). Estos índices se calcularon dividiendo la distancia desde el centro del acetábulo al centro de la cabeza femoral entre el radio de la cabeza femoral ( $r$ ), obteniéndose un número adimensional (Gold y col., 2009):

$$\text{IN e ID} = d/r$$

De esta forma se elimina la influencia de diversos factores (tamaño, edad, magnificación), teniéndose en cuenta el radio de la cabeza femoral. El IN se consideró como indicador de la congruencia articular, mientras que el ID se consideró indicador de la laxitud articular. Estos índices se calcularon en las proyecciones antes y después de la distracción para realizar la valoración de los posibles cambios relacionados con el estudio.

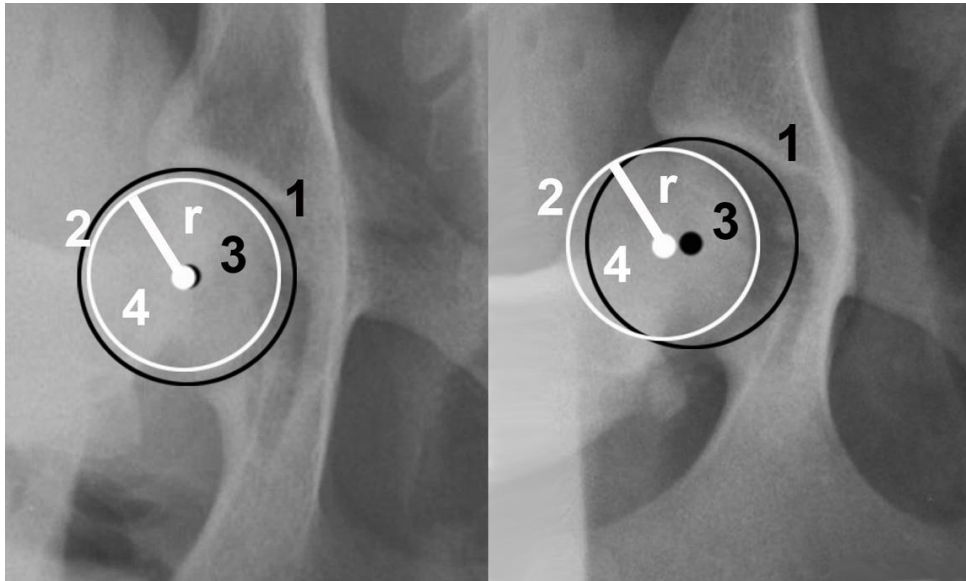


Fig. 65. Valoración de la laxitud articular mediante el cálculo de los índices neutro y de distracción en las proyecciones neutra (*Imagen de la izquierda*) y en estrés (*Imagen de la derecha*). El acetábulo (1) y la cabeza femoral (2) se marcaron con dos circunferencias, cuyos centros se identifican (3 y 4, respectivamente). La distancia entre los centros se midió y se dividió por el radio de la cabeza femoral ( $r$ ), calculando así los dos índices descritos (IN e ID).

#### 4.2.6.3. Rodilla

El espacio articular en la rodilla se midió siguiendo un método basado en la medición en el centro del cóndilo femoral (*"mid-condyle method"*, en inglés) descrito previamente (Whatmough y col., 2008). Para ello, en las proyecciones CrCd se identificaron y marcaron los dos cóndilos femorales mediante dos líneas verticales tangenciales a las cortezas femorales medial (línea 1) y lateral (línea 2). Seguidamente, se trazaron otras dos líneas paralelas a las anteriores a ambos lados, medial (línea 3) y lateral (línea 4) de la escotadura intercondilar del fémur. A continuación, se trazó una línea perpendicular a las anteriores, que conectaba las líneas 1 y 3 y las líneas 2 y 4, justo tangencial al borde de los cóndilos femorales (líneas 5 y 6). Para finalizar, se procedió a la medición del espacio articular en el punto medio de las líneas 5 y 6 (*Figura 66*), en dirección perpendicular, dando lugar a la distancia femorotibial medial (M) y lateral (L). Así, se realizó este procedimiento en todas y cada una de las imágenes en proyección CrCd obtenidas durante el procedimiento de distracción, y durante la distracción junto con distensión.

Además, se realizó el cálculo del ángulo fémoro-tibial, descrito como aquel existente entre la intersección de la bisectriz de la diáfisis femoral trazada desde el punto medio de las protuberancias de la meseta tibial y la bisectriz de la diáfisis tibial

trazada desde el mismo punto que la anterior (*Figura 67*). No se consideraron la parte más proximal del fémur ni más distal de la tibia. Se ha demostrado que este ángulo se corresponde con la angulación cadera-rodilla-tobillo en el ser humano (Issa y col., 2007). Este procedimiento se realizó en las proyecciones CrCd estándar y en las proyecciones en estrés, en valgo y en varo, antes y después de la distracción, para así poder establecer comparaciones y determinar el posible daño que se haya podido causar como consecuencia de la distracción.

#### **4.2.6.4. Articulación tibiotarsal**

Para evaluar el espacio articular conseguido mediante la distracción de la articulación tibiotarsal se determinaron dos puntos: medial y lateral en las proyecciones CrCd. Para ello, en primer lugar se trazaron dos líneas tangenciales a la parte más proximal de la tróclea del astrágalo, tanto en lateral como en medial (líneas 1 y 2). En segundo lugar se trazaron otras dos líneas (3 y 4) perpendiculares a 1 y 2, conectando de esta manera los puntos definidos de la tróclea del astrágalo (medial y lateral) con la superficie articular distal de la tibia, permitiendo así la medición del espacio articular medial (M) y lateral (L), visible entre el astrágalo y la superficie articular de la tibia (*Figura 68*). Este procedimiento se repitió para cada una de las imágenes obtenidas, tanto de distracción, como en las imágenes obtenidas tras la inyección de aire intra-articular.

También se llevó a cabo el cálculo del ángulo entre los ejes de la tibia y el tarso en las proyecciones CrCd estándar y en estrés, en valgo y en varo, para posteriormente comparar los valores obtenidos antes y después de la distracción (*Figura 69*). Para ello, se trazó una línea (línea 1) conectando los puntos distales de los dos maléolos de la tibia (medial y lateral); una segunda línea paralela a la primera se dibujaba en el tercio distal de la diáfisis tibial (línea 2). Luego, se trazó una línea perpendicular a las líneas 1 y 2 en su punto medio, la cual era definida como el eje tibial. Por otra parte, en el astrágalo se dibujó una línea que conectaba los puntos descritos anteriormente para realizar la medición del espacio articular y una segunda línea perpendicular a ésta se trazaba en su punto medio, la cual se describió como el eje tarsal.

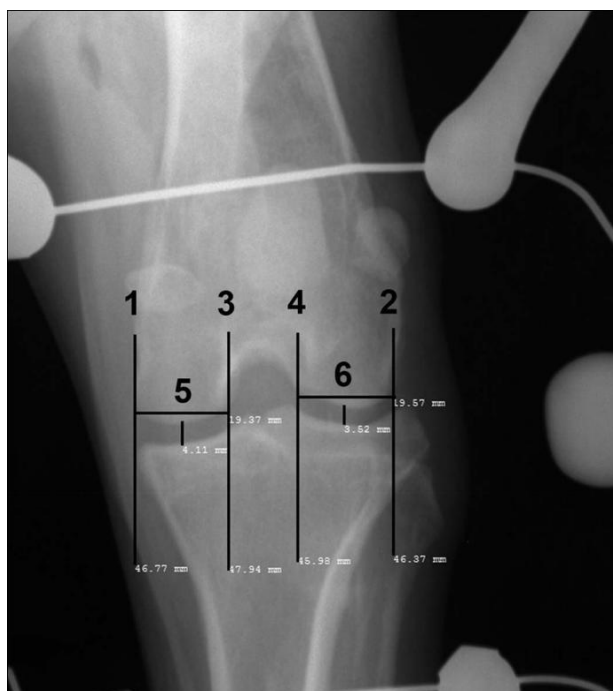


Fig. 66. Método "Mid-condyle" para el cálculo del espacio articular. Las líneas 1 y 2 delimitan los bordes medial y lateral de los cóndilos femorales, respectivamente. Las líneas 3 y 4 delimitan los bordes medial y lateral de la escotadura femoral, respectivamente, siendo paralelas a 1 y 2. Las líneas 5 y 6 conectan las líneas 1 y 3 y 2 y 4. La medición del espacio articular se realizó en el punto medio de las líneas 5 y 6, dando lugar a las distancias M y L, respectivamente.

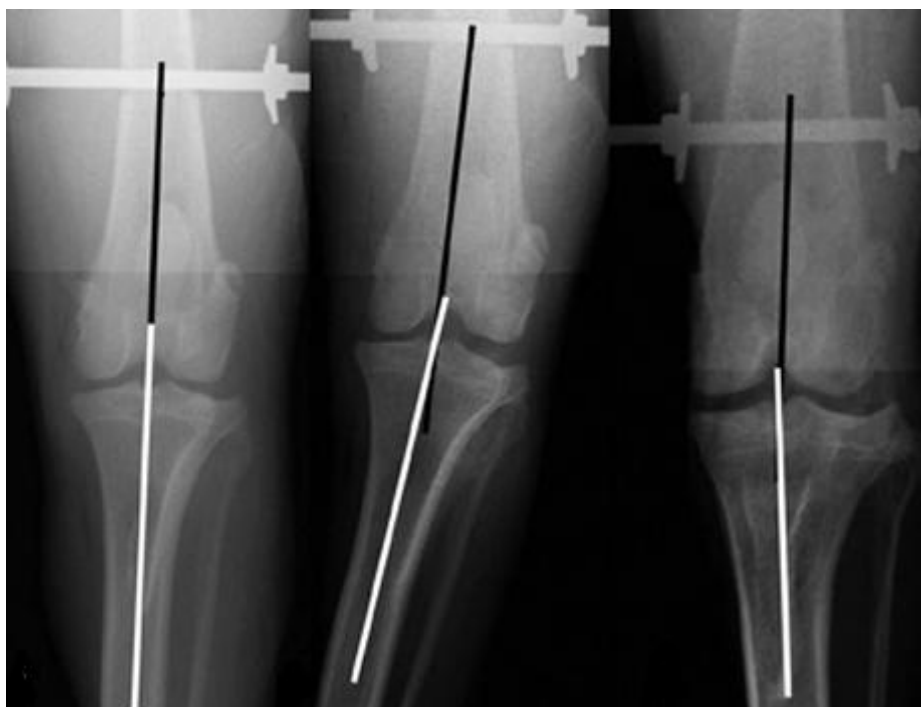


Fig. 67. Técnica para la valoración del ángulo femoro-tibial. Éste se definió en las proyecciones radiológicas sagitales como el ángulo creado por la intersección de las bisectrices de la tibia y del fémur trazadas desde las eminencias tibiales intercondíleas. Se muestra este procedimiento en la proyección CrCd (Imagen de la izquierda), en la proyección en varo (Imagen del centro) y en valgo (Imagen de la derecha). Esta medición se realizó antes y después de la distracción.



*Fig. 68.* Mediciones para el cálculo del espacio articular tibiotarsal en la proyección CrCd. Las líneas 1 y 2 son tangenciales a los puntos más proximales de los bordes lateral y medial de la tróclea del astrágalo. Las líneas 3 y 4 se trazaron perpendiculares a 1 y 2, conectando con la superficie tibial distal, representando así el espacio existente entre la tibia y el astrágalo en lateral (L) y medial (M), respectivamente.



*Fig. 69.* Técnica para la valoración del ángulo tibiotarsal en las proyecciones sagitales. La línea 1 es tangencial a ambos maleolos de la tibia y la línea 2 es paralela a la primera en la diáfisis distal de la tibia. La línea 3 es perpendicular a 1 y 2, pasando por el centro de ambas. La línea 4 es tangente a los puntos más proximales del astrágalo, mientras que la línea 5 es perpendicular a ella pasando por el punto central. El ángulo tibiotarsal se definió como el ángulo entre las líneas 3 y 5 ( $\Delta$ ). Este procedimiento se realizó en la proyección estándar CrCd (*Imagen de la izquierda*), así como en valgo (*Imagen del centro*) y en varo (*Imagen de la derecha*), tanto antes como después de la distracción.



A continuación, se muestra una tabla con el resumen de todas las medidas realizadas en cada una de las articulaciones (*Tabla 2*).

<b>Articulación</b>	<b>Tipo de medida</b>	<b>Medición</b>
<i>Hombro</i>	<i>Posición</i>	Ángulo escápulo-humeral
	<i>Distracción</i>	Distancia punto craneal
		Distancia punto medio
		Distancia punto caudal
	<i>Laxitud</i>	Ángulo CdCr en proyección estándar
		Ángulo CdCr en varo
		Ángulo CdCr en valgo
<i>Cadera</i>	<i>Distracción</i>	Distancia acetábulo-cabeza femoral (d)
	<i>Laxitud</i>	IN = d/r ID = d/r
<i>Rodilla</i>	<i>Distracción</i>	Distancia punto medial (M)
		Distancia punto lateral (L)
	<i>Laxitud</i>	Ángulo CrCd en proyección estándar
		Ángulo CrCd en varo Ángulo CrCd en valgo
<i>Tibiotarsal</i>	<i>Distracción</i>	Distancia punto medial (M)
		Distancia punto lateral (L)
	<i>Laxitud</i>	Ángulo CrCd en proyección estándar
		Ángulo CrCd en varo Ángulo CrCd en valgo

*Tabla 2.* Resumen de las medidas realizadas en cada una de las articulaciones valoradas.

## 4.2.7. MÉTODO ESTADÍSTICO

Los datos obtenidos en el apartado anterior fueron analizados mediante el Test de Kolmogorov-Smirnov, presentando una distribución Normal. A continuación, se llevaron a cabo los análisis estadísticos correspondientes.

### 4.2.7.1. Estudio general de todas las articulaciones

#### a) Valoración de la distracción

El espacio articular conseguido mediante la aplicación de las diferentes fuerzas de distracción se estudió estadísticamente mediante el análisis de varianza (ANOVA) con medidas repetidas.

b) Valoración del efecto de la flexión e introducción de aire intra-articular sobre la distracción obtenida

En el caso del hombro los valores obtenidos a los 200 N, durante la flexión y tras la inyección de aire se compararon mediante el análisis de varianza (ANOVA) con medidas repetidas. Sin embargo, en la rodilla, cadera y en el tarso, donde únicamente se llevó a cabo la inyección de aire, los datos obtenidos tras la misma y con la aplicación de una fuerza de 200 N se analizaron estadísticamente mediante la prueba T de Student pareada.

c) Valoración de la laxitud antes y después de la distracción

Los datos obtenidos de los ángulos en las proyecciones CdCr ó CrCd, entre los ejes de la escápula y húmero, fémur y tibia, tibia y tarso se analizaron mediante una T de Student pareada. En el caso de la articulación de la cadera, los IN y de ID obtenidos antes y después de la distracción también se compararon mediante la T de Student pareada.

d) Valoración de la correlación entre el índice de masa corporal y la distracción

El grado de correlación entre la cantidad de distracción conseguida y el IMC se calculó mediante el coeficiente de correlación de Pearson.

#### **4.2.7.2. Estudio específico de la rodilla**

a) Valoración de la distracción

El espacio articular conseguido mediante la aplicación de las diferentes fuerzas de distracción se estudió estadísticamente mediante el análisis de varianza (ANOVA) con medidas repetidas.

b) Valoración de la distracción-distensión

El espacio articular obtenido mediante la distracción con diferentes fuerzas junto a la distensión mediante fluido en la rodilla se estudió estadísticamente a través

de un análisis de varianza (ANOVA) con medidas repetidas.

c) Comparación del espacio articular obtenido mediante distracción y mediante distracción-distensión

Los espacios articulares obtenidos en la rodilla mediante la distracción con diferentes fuerzas se compararon con los espacios resultantes de la distracción-distensión mediante una T de Student pareada.

d) Valoración de la laxitud antes y después de la distracción

Al igual que en el estudio general, los datos obtenidos de los ángulos en las proyecciones CrCd, entre los ejes del fémur y tibia se analizaron mediante una T de Student pareada.

e) Valoración de la correlación entre el índice de masa corporal y la distracción

El grado de correlación entre la cantidad de distracción conseguida y el IMC se calculó mediante el coeficiente de correlación de Pearson.

## ***5. RESULTADOS***



## **5. RESULTADOS**

El esquema seguido en la descripción de los resultados se ha desglosado en la valoración de los diferentes aspectos descritos en la metodología para cada una de las articulaciones objeto de estudio: hombro, cadera, rodilla y tarso.

### **5.1. HOMBRO**

#### **5.1.1. DATOS DE LA POBLACIÓN DE ESTUDIO**

Los animales incluidos en el estudio de la distracción en el hombro fueron similares en cuanto a tamaño (el rango de la altura a la cruz era de 0,57 - 0,72 m, con una media de  $0,67 \pm 0,05$  m) y en cuanto a peso (rango = 24,5 - 39,05 Kg, con una media de  $30,32 \pm 3,83$  Kg) (*Tabla 3*).

El IMC varió entre 33,65 - 56,88 Kg/m<sup>2</sup>, siendo la media  $42,94 \pm 6,44$  Kg/m<sup>2</sup>. Durante este estudio se descartaron dos articulaciones debido a que presentaban alteraciones visibles radiológicamente en el hombro, de forma que se incluyeron 20 articulaciones de 11 animales distintos.

Nº	Peso (kg)	Altura a la cruz (m)	Longitud de la protuberancia occipital a la base de la cola (m)	Longitud tibia (cm)	IMC (Kg/m <sup>2</sup> )
1	33,06	0,685	1,1	24,5	43,89
2	25,8	0,57	0,93	17,5	48,93
3	32,85	0,69	1,07	24,5	44,49
4	27	0,635	0,97	21	43,83
5	39,05	0,71	1,16	24	47,41
6	30,8	0,72	1,25	25,5	34,22
7	29,8	0,67	1,08	22,5	41,37
8	29,4	0,7	1,12	25	37,67
9	29,15	0,715	1,02	21,5	39,97
11	24,5	0,7	1,04	21,5	33,65
12	32,1	0,57	0,99	19	56,88

*Tabla 3.* Datos de los animales incluidos en el estudio del hombro.

### 5.1.2. VALORACIÓN DEL ÁNGULO MEDIO-LATERAL

Como se ha descrito anteriormente, antes de aplicar la distracción y con el animal en decúbito lateral, se midieron los ángulos mediolaterales o escápulo-humerales en la proyección ML. Posteriormente, durante el procedimiento de la distracción, este ángulo también se midió en las imágenes obtenidas para cada una de las fuerzas aplicadas (*Tabla 4*).

Por último, se midió también en las proyecciones obtenidas con la articulación flexionada y tras la introducción de aire en su interior (*Tabla 4*).

Fuerza	Ángulo escápulo-humeral (valor medio <sup>o</sup> ± SD <sup>o</sup> )
<b>Proyección ML pre-distracción</b>	144,34 ± 3,99 <sup>o</sup>
<b>0 N</b>	121,63 ± 5,92 <sup>o</sup>
<b>40 N</b>	122,65 ± 5,17 <sup>o</sup>
<b>80 N</b>	122,36 ± 4,78 <sup>o</sup>
<b>120 N</b>	122,91 ± 4,54 <sup>o</sup>
<b>160 N</b>	122,93 ± 4,29 <sup>o</sup>
<b>200 N</b>	124,39 ± 4,6 <sup>o</sup>
<b>Flexión</b>	98,00 ± 8,48 <sup>o</sup>
<b>200 N + aire</b>	121,46 ± 5,81 <sup>o</sup>

*Tabla 4.* Valores de los ángulos mediolaterales del hombro medidos antes de la distracción, durante la misma y al realizar la flexión e introducir aire en el interior de la articulación.

### 5.1.3. VALORACIÓN DE LA DISTRACCIÓN

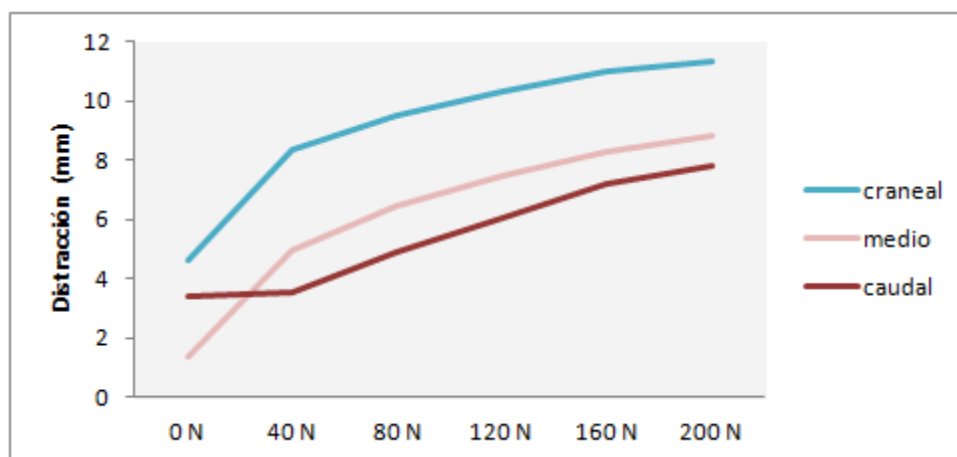
Para llevar a cabo el estudio de la distracción conseguida, se midió el espacio articular obtenido durante la distracción en los tres puntos descritos anteriormente (craneal, medio y caudal). Los valores del espacio articular obtenidos en cada uno de los animales, para cada punto evaluado y para cada una de las fuerzas aplicadas se recogen en la tabla 5. Los datos obtenidos permitieron representar gráficamente su variación durante la aplicación de las distintas fuerzas de distracción (*Gráfica 1*).

El incremento de espacio articular en el punto más craneal resultó ser estadísticamente significativo ( $P < 0,05$ ) en cada una de las fuerzas aplicadas, con excepción de la aplicación de 200 N, en comparación con 160 N ( $P = 0,6$ ). De esta

forma, sin aplicar fuerzas de distracción (a 0 N), el valor medio del espacio en este punto fue  $4,60 \pm 2,01$  mm, mientras que fue  $8,38 \pm 2,49$  mm,  $9,54 \pm 2,87$  mm,  $10,33 \pm 2,95$  mm,  $10,98 \pm 3,10$  mm y  $11,33 \pm 3,13$  mm, con la aplicación de 40, 80, 120, 160 y 200 N, respectivamente. No obstante, en seis articulaciones (nº 1 I, 4 D, 7 D, 8 D, 8 I y 11 I) se observó una reducción del espacio articular durante la aplicación de 200 N con respecto a la aplicación de 160 N.

La medición del espacio articular en el punto medio demostró que el incremento del mismo fue estadísticamente significativo ( $P < 0,05$ ) en cada una de las fuerzas aplicadas; a 0 N el valor medio del espacio articular fue  $1,36 \pm 1,23$  mm, mientras que fue  $4,96 \pm 1,76$  mm,  $6,43 \pm 2,07$  mm,  $7,49 \pm 1,91$  mm,  $8,25 \pm 1,95$  mm y  $8,80 \pm 1,89$  mm, durante la aplicación de 40, 80, 120, 160 y 200 N, respectivamente.

El incremento del espacio articular medido en el punto más caudal descrito, fue estadísticamente significativo ( $P < 0,05$ ) durante la aplicación de 120 N (media del espacio =  $6,06 \pm 2,88$  mm), 160 N (media del espacio =  $7,21 \pm 3,00$  mm) y 200 N (media del espacio =  $7,80 \pm 3,07$  mm), pero no resultó ser estadísticamente significativo al pasar de 0 N (media del espacio =  $3,40 \pm 0,93$  mm) a 40 N (media del espacio =  $3,52 \pm 1,53$  mm,  $P = 1$ ), ni al comparar el espacio a 0 N con aquel obtenido al aplicar 80 N (media del espacio =  $4,87 \pm 2,44$  mm,  $P = 0,3$ ). En diez articulaciones se observó una reducción del espacio articular al aplicar 40 N, en cinco de las cuales (nº 5 I, 6 D, 6 I, 9 D y 9 I) el espacio se continuó reduciendo con la aplicación de 80 N, para luego incrementar gradualmente con fuerzas más altas.

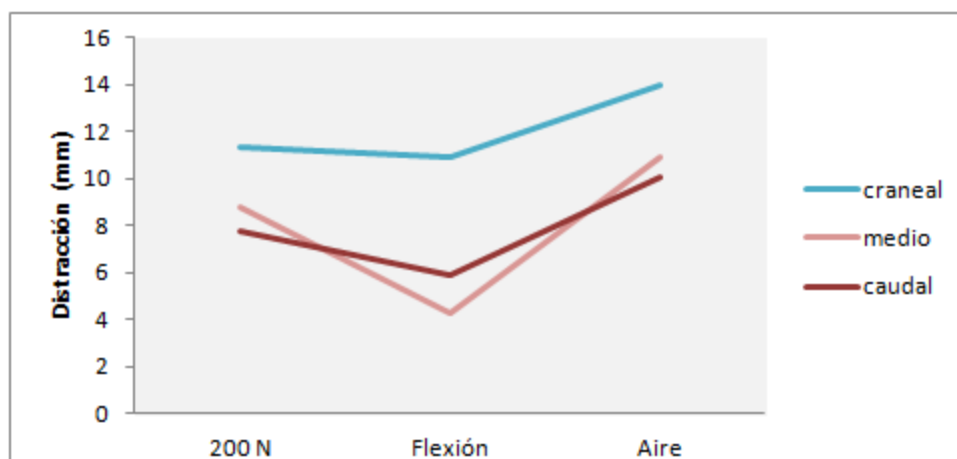


Gráfica 1. Representación gráfica de la distracción conseguida en el hombro con cada una de las fuerzas aplicadas.



#### 5.1.4. VALORACIÓN DE LA FLEXIÓN Y LA INTRODUCCIÓN DE AIRE INTRA-ARTICULAR

La flexión del hombro produjo una reducción estadísticamente significativa en el espacio articular medido en los puntos medio (media =  $4,25 \pm 2,42$  mm) y caudal (media =  $5,89 \pm 1,88$  mm,  $P < 0,05$ ), aunque esta diferencia no fue significativa en el punto más craneal (media =  $10,92 \pm 4,88$  mm,  $P = 1$ ) (Gráfica 2). Sin embargo, la inyección de 10 ml de aire en la articulación mientras se aplicaban 200 N produjo un incremento estadísticamente significativo ( $P < 0,05$ ) del espacio articular medido en los tres puntos descritos para su valoración. El valor medio del espacio articular en el punto craneal fue  $14,01 \pm 3,09$  mm, en el punto medio fue  $10,91 \pm 1,60$  mm y en el punto caudal la inyección de aire produjo un espacio articular de  $10,04 \pm 3,13$  mm. Esto supone un incremento del 23,65 % del espacio articular en el punto craneal, 23,98 % en el punto medio y 28,72 % en el punto caudal, en comparación con el espacio obtenido únicamente con la aplicación de 200 N.



Gráfica 2. Representación gráfica de la distracción conseguida en el hombro con la aplicación de 200 N, la flexión y la introducción de aire en la articulación.

#### 5.1.5. VALORACIÓN DE LA LAXITUD ARTICULAR

Los valores del ángulo escapulohumeral de cada animal antes y después de la distracción están recogidos en la tabla 6.

El ángulo escapulohumeral medio medido en las proyecciones en valgo antes

de la distracción fue  $31,8 \pm 7,13^\circ$ , con valores que oscilaban entre  $17,9$  y  $43,3^\circ$ , mientras que el valor medio de este ángulo tras la distracción fue  $33,3 \pm 7,34^\circ$ , con variaciones entre  $20,9$  y  $47,8^\circ$ .

En las proyecciones en varo, el ángulo medio medido antes de aplicar la distracción fue  $24,8 \pm 5,71^\circ$ , con un rango de  $16,4 - 39,8^\circ$ , mientras que el valor medio fue  $27,6 \pm 10,31^\circ$ , con un rango de  $14,8 - 59,1^\circ$ , tras ella.

Al realizar la comparación de los valores obtenidos antes y después de la distracción, no se observaron diferencias estadísticamente significativas en las proyecciones en valgo, ni en aquellas en varo ( $P = 0,52$  y  $0,34$ , respectivamente).

#### **5.1.6. VALORACIÓN DE LA CORRELACIÓN ENTRE EL IMC Y LA DISTRACCIÓN OBTENIDA**

Los IMC de los animales incluidos en el estudio de esta articulación variaron entre  $33,65$  y  $56,88 \text{ Kg/m}^2$ . En este estudio no se observó correlación alguna entre el espacio conseguido mediante la distracción y el IMC.

PERRO/FUERZA		1 I	2 D	2 I	3 D	3 I	4 D	4 I	5 D	5 I	6 D	6 I	7 D	7 I	8 D	8 I	9 D	9 I	11 D	11 I	12 I
A	0 N	7,44	4,45	6,26	6,09	4,10	3,71	6,39	6,32	5,00	5,15	5,44	0,72	0,41	4,10	3,27	3,84	1,90	8,12	5,03	4,22
	40 N	11,33	8,80	9,33	8,95	12,63	7,93	8,03	13,23	7,36	8,29	7,91	3,93	7,49	10,98	6,82	5,21	3,50	9,10	8,10	8,64
	80 N	12,20	9,62	10,38	10,84	13,97	9,08	9,89	15,13	11,18	8,07	7,81	4,28	8,93	13,49	8,09	7,27	3,92	10,50	7,56	8,56
	120 N	12,23	11,18	11,80	11,36	13,75	11,22	10,18	15,93	12,71	8,29	8,94	4,08	9,91	15,08	8,88	9,07	5,43	10,62	7,33	8,59
	160 N	12,79	11,32	12,07	12,03	13,75	11,34	10,25	16,50	13,81	9,44	9,61	3,90	10,27	16,95	9,95	11,49	6,40	11,33	7,46	8,87
	200 N	12,39	12,01	12,14	12,83	14,23	9,53	10,98	16,92	15,00	10,40	10,70	3,83	11,33	16,67	9,93	12,33	7,41	11,37	7,34	9,21
	200 N Aire	12,89	15,67	13,57	16,03	14,91	12,27	13,11	19,75	13,52	14,18	14,18	9,41	14,31	18,56	12,30	17,07	11,84	12,48	8,56	10,31
	200 N Flex	10,03	13,54	12,07	15,82	4,74	4,92	7,10	21,78	17,32	10,96	4,61	7,99	10,65	18,74	11,01	13,78	10,42	10,45	4,14	8,23
B	0 N	2,38	0,19	2,85	0,00	0,00	1,72	2,69	4,23	2,59	1,03	2,57	1,32	0,00	0,34	0,00	1,45	0,00	1,62	0,74	1,49
	40 N	6,13	3,96	3,58	3,49	6,86	5,81	5,21	9,78	3,43	2,96	5,75	3,09	5,58	6,72	4,57	3,40	2,67	6,67	4,45	5,11
	80 N	6,98	4,51	4,39	7,03	8,11	7,96	8,51	11,14	5,56	3,14	5,97	3,53	7,11	9,15	7,11	4,84	4,52	8,48	5,18	5,45
	120 N	7,87	6,09	5,80	8,02	9,11	9,16	8,77	11,78	7,01	4,18	6,99	5,24	8,14	10,31	8,31	6,35	5,91	9,20	5,43	6,06
	160 N	9,02	6,85	6,79	9,04	9,29	10,45	10,03	12,74	7,29	6,42	7,48	5,77	8,87	11,39	8,12	7,30	6,50	9,63	5,60	6,49
	200 N	9,01	7,17	7,11	9,92	10,03	9,79	10,61	13,05	8,74	7,21	8,77	6,19	9,64	11,92	8,93	7,40	7,35	10,29	6,00	6,89
	200 N Aire	10,58	10,23	7,51	12,03	12,02	11,67	11,79	13,85	11,80	10,05	10,74	10,69	11,61	12,83	10,23	12,36	9,65	11,62	7,46	9,48
	200 N Flex	4,77	3,11	5,22	4,37	2,28	4,07	3,09	9,56	3,01	4,13	0,32	3,14	5,36	10,37	4,92	4,13	4,46	4,55	0,00	4,12
C	0 N	4,56	1,71	1,82	4,33	4,40	3,64	2,48	4,57	2,78	4,12	3,70	3,67	3,98	3,33	1,47	3,95	3,54	3,21	3,14	3,51
	40 N	3,58	2,17	1,54	4,42	3,78	4,08	3,21	2,97	2,13	2,75	3,21	4,68	6,80	0,80	2,42	3,09	3,24	6,94	3,78	4,91
	80 N	3,92	1,77	2,28	4,46	5,33	8,40	8,11	4,09	1,71	2,68	3,16	6,53	7,56	2,89	7,25	2,89	3,22	10,06	5,26	5,87
	120 N	5,07	2,13	4,76	6,52	6,95	9,85	10,32	4,27	1,82	3,26	3,86	7,39	9,16	4,47	9,63	3,63	3,61	11,74	5,82	6,91
	160 N	6,50	4,30	6,19	8,77	8,42	11,62	11,77	4,76	1,46	5,94	5,02	7,52	10,26	6,08	11,73	4,50	3,87	11,80	6,13	7,54
	200 N	6,90	5,63	7,30	9,57	9,45	12,34	12,83	5,08	1,79	6,31	5,77	7,95	10,18	6,39	12,29	5,95	4,08	12,60	6,03	7,60
	200 N Aire	10,58	8,84	8,84	12,97	11,95	12,36	14,69	5,58	4,28	8,55	7,52	14,08	11,65	8,54	14,33	7,21	5,70	13,94	9,62	9,48
	200 N Flex	4,47	4,48	7,59	3,58	7,25	6,22	6,41	2,02	3,30	6,28	4,44	6,84	6,82	5,11	7,94	4,50	5,85	9,37	8,55	6,81

Tabla 5. Valores del espacio articular en mm, obtenidos mediante la aplicación de cada una de las fuerzas y medidos en los tres puntos definidos para ello (A,B y C) (D: Derecha, I: Izquierda).

	PERRO	1 I	2 D	2 I	3 D	3 I	4 D	4 I	5 D	5 I	6 D	6 I	7 D	7 I	8 D	8 I	9 D	9 I	11 D	11 I	12 I
PRE	VALGO	26,68	17,91	30,50	33,92	42,37	22,47	42,70	33,58	31,72	28,92	34,74	28,30	34,01	35,87	46,34	24,90	34,24	23,51	36,05	27,70
	VARO	19,18	17,66	20,86	32,30	19,02	39,75	27,02	28,23	31,41	22,54	21,43	27,44	16,43	27,91	24,73	23,81	24,38	27,48	18,73	25,42
POST	VALGO	22,12	42,22	35,92	22,21	36,67	33,65	20,86	47,83	42,19	29,85	32,17	30,20	37,44	40,65	36,90	32,53	38,75	28,06	29,60	25,89
	VARO	21,70	59,13	22,60	27,78	38,20	27,89	26,12	14,81	20,87	25,45	23,35	23,06	23,22	24,83	27,21	24,69	23,71	22,47	24,10	50,16

Tabla 6. Valores de los ángulos escápulo-humerales en las proyecciones CdCr, en valgo y en varo, antes y después de la distracción (D: Derecha, I: Izquierda, PRE: Predistracción, POST: Postdistracción).

## 5.2. CADERA

### 5.2.1. DATOS DE LA POBLACIÓN DE ESTUDIO

Los 11 animales incluidos en el estudio de la distracción en la cadera fueron de tamaño similar. El valor medio de la altura a la cruz de los animales incluidos en el estudio de esta articulación fue  $0,67 \pm 0,05$  m, cuyo rango era 0,57 - 0,72 m, mientras que el valor medio del peso fue  $30,02 \pm 3,74$  Kg, con un rango de 24,5 - 39,05 Kg. El valor medio del IMC fue  $42,45 \pm 6,55$  Kg/m<sup>2</sup>, con un rango de 33,65 a 56,88 Kg/m<sup>2</sup> (Tabla 7).

Nº	Peso (kg)	Altura a la cruz (m)	Longitud de la protuberancia occipital a la base de la cola (m)	Longitud tibia (cm)	IMC (Kg/m <sup>2</sup> )
2	25,8	0,57	0,93	17,5	48,93
3	32,85	0,69	1,07	24,5	44,49
4	27	0,64	0,97	21	43,83
5	39,05	0,71	1,16	24	47,41
6	30,8	0,72	1,25	25,5	34,22
7	29,8	0,67	1,08	22,5	41,37
8	29,4	0,7	1,12	25	37,67
9	29,15	0,72	1,02	21,5	39,97
10	29,7	0,7	1,1	21,4	38,57
11	24,5	0,7	1,04	21,5	33,65
12	32,1	0,57	0,99	19	56,88

Tabla 7. Datos de los animales incluidos en el estudio de cadera.

### 5.2.2. VALORACIÓN DE LA DISTRACCIÓN

Para estudiar el espacio obtenido mediante la distracción se obtuvo una imagen radiológica tras la aplicación de cada una de las fuerzas distractoras, en la que se midió el espacio conseguido. Los valores del espacio articular obtenido con cada fuerza de distracción se recogen en la tabla 8, y permitieron posteriormente representar esas mediciones gráficamente (Gráfica 3).

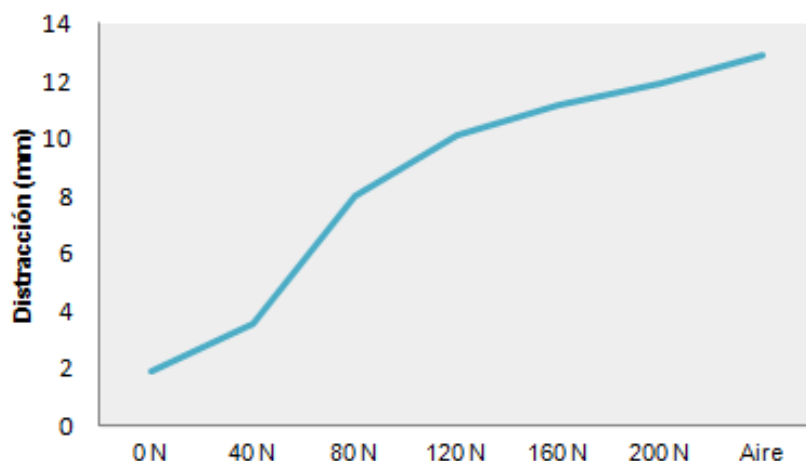
El incremento del espacio articular resultó estadísticamente significativo tras la aplicación de todas las fuerzas ( $P < 0,05$ ). El valor medio del espacio articular inicial (a

0 N) fue  $1,96 \pm 0,85$  mm, el cual fue incrementándose conforme se aplicaban las diferentes fuerzas, llegando a ser  $3,85 \pm 1,93$  mm,  $8,11 \pm 2,46$  mm,  $10,08 \pm 2,14$  mm,  $11,14 \pm 2,13$  mm y  $11,90 \pm 2,01$  mm, durante la aplicación de 40, 80, 120, 160 y 200 N, respectivamente. Tres articulaciones (nº 2 D, 5 I y 6 I) experimentaron una reducción en el espacio articular a 40 N, aunque éste se incrementó cuando se aplicaron fuerzas más altas (80 a 200 N). Otra articulación (nº 10 I) mostró un comportamiento bastante estable cuando se aplicaron fuerzas entre 40 y 120 N, produciéndose una ligera reducción en el espacio articular a 80 y 120 N ( $3,33$  y  $3,29$  mm, respectivamente). Posteriormente, al aplicar fuerzas mayores, se incrementó el espacio articular; no obstante, no llegó a ser de la dimensión que el resto, siendo  $6,18$  mm a 200 N, cuando el valor medio del espacio a 200 N se ha comentado que fue  $11,90$  mm. Finalmente, otra articulación (nº 3 D) no presentó apenas cambios cuando se comparó el espacio a 160 N y 200 N ( $14,77$  y  $14,61$  mm, respectivamente).

El mayor incremento en el espacio articular se observó al aplicar 80 N, cuyo valor medio fue  $4,26$  mm, mientras que el valor medio del incremento fue tan sólo de  $1,89$  mm,  $1,98$  mm,  $1,06$  mm y  $0,76$  mm, al aplicar 40, 120, 160 y 200 N, respectivamente.

### 5.2.3. VALORACIÓN DE LA INTRODUCCIÓN DE AIRE INTRA-ARTICULAR

La introducción de 10 ml de aire en la articulación, mientras ésta se encontraba sometida a una fuerza de distracción de 200 N provocó un incremento estadísticamente significativo en el espacio articular ( $P < 0,05$ ). El valor medio del espacio tras la inyección de aire fue  $12,88 \pm 1,73$  mm, lo cual significó un incremento del  $9,28$  %, en comparación con el espacio articular a 200 N, sin aire. Sin embargo, se observó una gran disparidad de resultados en esta valoración, siendo la mediana del incremento del espacio  $7,74$  %, con valores que variaban de  $0,87$  a  $43,53$  %. A pesar de esta gran variabilidad en el resultado, todas las articulaciones mostraron un incremento estadísticamente significativo en el espacio articular tras la inyección de aire, en comparación con aquél presente a 200 N, sin aire (*Gráfica 3*).



Gráfica 3. Representación gráfica de la distracción conseguida en la cadera con la aplicación de cada una de las cargas, así como con la introducción de aire en la articulación.

#### 5.2.4. VALORACIÓN DE LA LAXITUD ARTICULAR

Se llevó a cabo el cálculo de los IN e ID en las proyecciones radiológicas obtenidas antes y después de la distracción. En la tabla 9 se recogen todos los valores de los índices neutro y de distracción para cada uno de los animales.

El valor medio del IN antes de aplicar la distracción fue  $0,13 \pm 0,04$  mm, mientras que resultó ser  $0,18 \pm 0,10$  mm, tras realizarla ( $P < 0,05$ ). Respecto al ID, éste resultó ser  $0,23 \pm 0,06$  mm antes de la distracción y  $0,36 \pm 0,11$  mm tras ella ( $P < 0,05$ ).

#### 5.2.5. VALORACIÓN DE LA CORRELACIÓN ENTRE EL IMC Y LA DISTRACCIÓN OBTENIDA

No se observó ningún tipo de relación entre el espacio articular conseguido durante el procedimiento de distracción y el IMC calculado según la metodología descrita, en los perros incluidos en el estudio de esta articulación.

PERRO/FUERZA	2 D	2 I	3 D	3 I	4 D	4 I	5 D	5 I	6 D	6 I	7 D	7 I	8 D	9 D	9 I	10 D	10 I	11 D	11 I	12 I
0 N	1,75	2,15	1,68	1,86	2,02	1,79	1,90	4,80	1,44	2,31	1,90	1,09	1,51	1,21	1,03	1,86	2,64	1,15	2,00	1,57
40 N	1,29	5,30	5,32	3,97	2,06	5,30	2,26	2,71	1,99	2,04	5,09	2,95	5,25	6,07	5,19	2,81	3,42	2,08	3,61	2,85
80 N	4,92	9,69	11,52	8,71	6,99	9,80	7,41	8,03	7,10	8,03	10,04	9,09	10,92	9,51	8,92	4,04	3,33	10,30	3,80	7,05
120 N	8,01	11,22	12,94	10,72	10,47	11,86	9,88	9,95	8,68	9,22	11,59	10,05	12,26	10,22	9,65	7,68	3,29	12,56	10,23	11,40
160 N	9,59	11,69	14,77	12,01	11,86	12,41	10,88	11,00	9,70	10,60	12,75	11,22	13,43	10,85	10,61	7,67	4,93	13,27	11,41	12,34
200 N	10,10	12,07	14,61	12,26	13,41	13,22	11,55	12,52	10,32	10,79	13,38	11,79	14,96	11,36	11,14	9,30	6,18	14,01	12,05	13,03
200 N Aire	10,81	12,92	15,64	13,12	13,67	13,56	12,84	13,02	11,17	12,00	14,43	12,69	15,09	12,34	12,24	10,13	8,87	14,70	13,80	14,25

Tabla 8. Valores del espacio articular en mm, obtenidos durante la aplicación de cada una de las fuerzas distractoras en la cadera (D: Derecha, I: Izquierda).

PERRO	2 D	2 I	3 D	3 I	4 D	4 I	5 D	5 I	6 D	6 I	7 D	7 I	8 D	9 D	9 I	10 D	10 I	11 D	11 I	12 I
IN	PRE	0,09	0,05	0,13	0,17	0,12	0,11	0,09	0,13	0,12	0,11	0,17	0,17	0,11	0,11	0,10	0,08	0,10	0,18	0,24
	POST	0,20	0,23	0,26	0,18	0,28	0,17	0,15	0,07	0,08	0,16	0,17	0,49	0,07	0,20	0,17	0,08	0,13	0,20	0,30
ID	PRE	0,19	0,23	0,34	0,21	0,24	0,23	0,17	0,17	0,24	0,26	0,26	0,27	0,27	0,25	0,11	0,16	0,21	0,24	0,37
	POST	0,31	0,47	0,43	0,36	0,43	0,59	0,25	0,32	0,31	0,45	0,35	0,49	0,38	0,37	0,22	0,16	0,37	0,34	0,45

Tabla 9. Valores de los índices de neutro y de distracción en la cadera antes y después de la distracción (D: Derecha, I: Izquierda, IN: Índice de neutro, ID: Índice de distracción, PRE: Predistracción, POST: Postdistracción).



### **5.3. RODILLA**

Como en la articulación de la rodilla se realizaron dos estudios, los resultados se han desglosado en dos partes, cada una de ellas correspondiente a un estudio.

#### **5.3.1. ESTUDIO GENERAL**

##### ***5.3.1.1. Datos de la población de estudio***

Los 10 animales incluidos en la valoración de la distracción en la rodilla presentaron una media de peso de  $30,14 \pm 3,97$  Kg, siendo el rango de pesos de 24,5 a 39,05 Kg, mientras que la altura a la cruz tenía una media de  $0,68 \pm 0,04$  m, con variaciones entre 0,57 a 0,72 m. En relación al IMC, éste resultó ser una media de  $41,54 \pm 4,92$  Kg/m<sup>2</sup>, presentando un rango de 33,65 a 48,93 Kg/m<sup>2</sup> (Tabla 10).

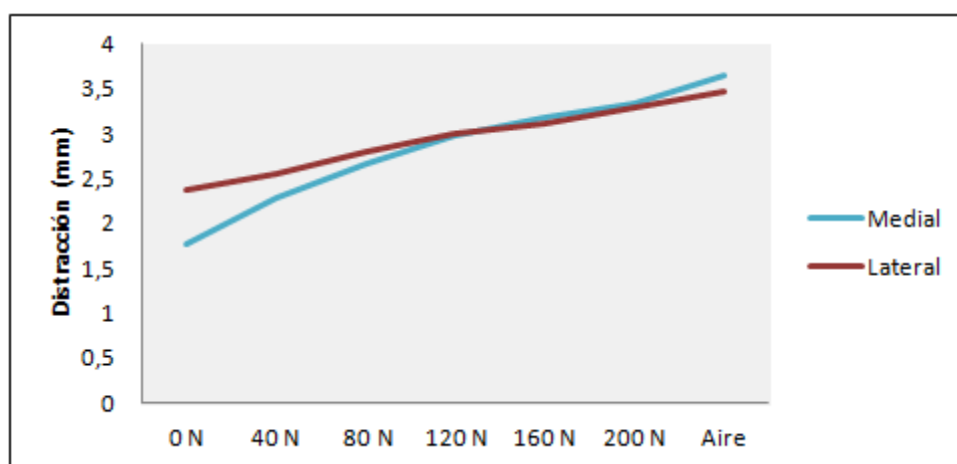
Nº	Peso (kg)	Altura a la cruz (m)	Longitud de la protuberancia occipital a la base de la cola (m)	Longitud tibia (cm)	IMC (Kg/m <sup>2</sup> )
1	33,06	0,69	1,1	24,7	43,89
2	25,8	0,57	0,93	17,5	48,93
3	32,85	0,69	1,07	24,5	44,49
4	27	0,64	0,97	21	43,83
5	39,05	0,71	1,16	24	47,41
6	30,8	0,72	1,25	25,5	34,22
7	29,8	0,67	1,08	22,5	41,37
8	29,4	0,7	1,12	25	37,67
9	29,15	0,72	1,02	21,5	39,97
11	24,5	0,7	1,04	21,5	33,65

Tabla 10. Datos de los animales incluidos en el estudio.

##### ***5.3.1.2. Valoración de la distracción***

Los valores de los espacios articulares obtenidos con la aplicación de cada una de las fuerzas, valorados durante la distracción y durante la distracción y distensión con aire en los dos espacios definidos (medial y lateral) se presentan en la tabla 11.

La distracción articular en la rodilla ocasionó un incremento en el espacio en los dos puntos (M y L) descritos anteriormente para su valoración (*Gráfica 4*). En el punto lateral se observó un incremento estadísticamente significativo ( $P < 0,05$ ) para cada una de las fuerzas aplicadas, con excepción de 160 N, al compararse con 120 N ( $P = 0,21$ ). Asimismo, inicialmente (a 0 N), el valor medio de L fue  $2,37 \pm 0,40$  mm, ampliándose con la aplicación de fuerzas mayores, de forma que este espacio era  $2,56 \pm 0,35$  mm,  $2,79 \pm 0,32$  mm,  $3,01 \pm 0,29$  mm,  $3,12 \pm 0,40$  mm y  $3,29 \pm 0,38$  mm a 40, 80, 120, 160 y 200 N, respectivamente. El valor medio del incremento del espacio provocado entre 40 y 200 N fue 0,92 mm. Hubo ligeras variaciones entre los casos. Tres de ellos mostraron una ligera reducción en el espacio en este punto tras la aplicación de 40 N (nº 1 I, 4 D y 8 I). El caso nº 1 I también presentó una reducción al aplicar 160 N y el nº 8 D al aplicar 200 N. Por último, el caso nº 3 I experimentó también una reducción en el espacio al aplicar 80 N y nuevamente a los 160 N. Sin embargo, el incremento del espacio articular medido en el punto medial de la articulación fue estadísticamente significativo ( $P < 0,05$ ) para cada una de las fuerzas utilizadas. Por lo tanto, el valor medio de M fue  $1,76 \pm 0,59$  mm,  $2,28 \pm 0,61$  mm,  $2,67 \pm 0,66$  mm,  $2,98 \pm 0,66$  mm,  $3,19 \pm 0,69$  mm y  $3,33 \pm 0,68$  mm para 0 N, 40 N, 80 N, 120 N, 160 N y 200 N, respectivamente. En este punto la distracción provocó un incremento de 1,57 mm desde 0 a 200 N. En este punto un único caso (nº 6 I) presentó una reducción del espacio al aplicar 80 N, mientras que otro de ellos (nº 8 I) se mantuvo estable durante la distracción a 120 N y 160 N.



Gráfica 4. Representación gráfica de la distracción obtenida en la rodilla con cada una de las fuerzas aplicadas y tras la distensión con aire.

#### **5.3.1.3. Valoración de la introducción de aire intraarticular**

La introducción de 10 ml de aire en el interior de la articulación mientras se aplicaban 200 N de tracción, provocó un incremento en el espacio articular en comparación con la distracción obtenida sin aire (*Gráfica 5*). Este incremento fue estadísticamente significativo ( $P < 0,05$ ) en los dos puntos establecidos para la valoración, M y L. El valor medio de L obtenido con la inyección de aire fue  $3,46 \pm 0,38$  mm, mientras que el valor de M fue  $3,65 \pm 0,65$  mm. Este procedimiento supuso un incremento del 5,17% en el punto lateral y del 9,61% en el punto medial, con respecto al espacio articular observado previamente a la introducción de aire.

#### **5.3.1.4. Valoración de la laxitud articular**

Para su visualización en conjunto, los valores de los ángulos femoro-tibiales medidos en cada animal antes y después de la distracción, están representados en la tabla 12.

El ángulo fémoro-tibial evaluado en las proyecciones en varo y valgo, tanto antes como después de la distracción no mostraron diferencias estadísticamente significativas entre sí ( $P = 0,27$  y  $0,14$ , respectivamente). Por un lado, el valor medio de este ángulo en la proyección en varo fue  $3,99 \pm 1,81^\circ$  antes del procedimiento de distracción y  $4,09 \pm 2,51^\circ$  después del mismo. Por otro lado, la media del ángulo en la proyección en valgo fue  $3,42 \pm 1,61^\circ$  antes de la distracción y  $4,01 \pm 2,56^\circ$  tras ella.

#### **5.3.1.5. Valoración de la correlación entre el IMC y la distracción obtenida**

El IMC de los animales incluidos en esta parte del estudio varió entre 33,65 y 48,93 Kg/m<sup>2</sup>. Tras realizar el análisis estadístico de la correlación de estos índices y la cantidad de espacio conseguido con las diferentes fuerzas de distracción, se observó la ausencia de relación alguna entre ambos.

PERRO/ FUERZA	1 D	1 I	2 D	2 I	3 D	3 I	4 D	4 I	5 D	5 I	6 D	6 I	7 D	7 I	8 D	8 I	9 D	9 I	11 D	11 I	
Medial	0 N	1,87	1,58	1,12	1,05	2,26	3,08	2,26	1,84	1,29	0,69	1,92	2,87	1,93	1,99	1,90	2,02	1,46	1,49	1,28	1,35
	40 N	2,44	2,04	1,91	2,39	2,83	3,80	3,04	2,38	1,43	0,90	2,00	2,75	2,66	2,67	2,26	2,25	1,95	2,15	1,91	1,82
	80 N	2,65	2,15	2,23	2,64	3,37	4,46	3,43	2,87	1,69	1,54	2,08	2,66	3,29	3,19	2,33	2,66	2,35	2,77	2,40	2,66
	120 N	3,05	2,39	2,44	2,94	3,60	4,68	3,72	3,28	2,03	1,83	2,46	2,82	3,76	3,46	2,49	3,16	2,73	3,11	2,74	2,92
	160 N	3,13	2,58	2,72	3,05	3,99	4,79	3,68	3,66	2,17	2,04	2,74	2,94	4,31	3,58	2,53	3,16	3,15	3,57	3,00	3,07
	200 N	3,40	2,69	2,86	3,33	4,08	4,83	3,72	3,76	2,20	2,19	2,84	2,97	4,43	3,74	2,87	3,39	3,27	3,78	3,04	3,13
	200 N Aire	3,38	3,29	3,35	3,61	4,44	4,95	4,20	4,26	2,48	2,43	3,40	3,25	4,74	4,17	3,29	3,78	3,45	3,80	3,50	3,33
Lateral	0 N	2,39	2,46	1,84	2,06	2,33	2,72	2,65	2,09	2,34	2,16	2,62	2,44	2,43	2,34	3,28	3,29	1,96	2,03	2,07	1,91
	40 N	2,73	2,22	2,31	2,48	2,80	2,71	2,33	2,36	2,46	2,66	2,77	2,57	2,61	2,48	3,60	3,13	2,09	2,37	2,35	2,18
	80 N	3,12	2,39	2,65	2,76	3,05	2,61	2,46	2,86	2,60	2,83	2,89	2,69	3,01	2,58	3,33	3,32	2,13	3,28	2,66	2,57
	120 N	3,24	2,71	2,75	2,89	3,28	2,85	2,64	3,06	2,69	3,14	3,22	2,80	3,15	2,69	3,51	3,57	2,73	3,41	2,96	2,82
	160 N	3,26	2,59	2,78	3,15	3,53	2,46	2,82	3,37	2,72	3,23	3,35	2,98	3,30	2,57	3,46	3,89	2,86	3,79	3,19	2,99
	200 N	3,82	2,73	2,95	3,59	3,62	2,65	3,12	3,22	2,79	3,40	3,36	3,03	3,47	3,17	3,42	3,99	3,04	3,96	3,26	3,17
	200 N Aire	4,07	3,49	3,51	3,84	3,13	2,81	3,16	3,44	2,93	3,49	3,54	3,16	3,75	3,03	3,30	4,08	3,50	4,09	3,74	3,23

Tabla 11. Valores de los espacios articulares obtenidos con la aplicación de cada una de las fuerzas, valorados durante la distracción y durante la distracción y distensión con aire en los dos espacios definidos (medial y lateral).

	PERRO	1 D	1 I	2 D	2 I	3 D	3 I	4 D	4 I	5 D	5 I	6 D	6 I	7 D	7 I	8 D	8 I	9 D	9 I	11 D	11 I
PRE	VALGO	5,58	1,53	2,93	8,00	3,33	4,27	1,98	3,60	5,18	2,61	3,04	1,90	4,03	1,61	1,76	3,31	2,61	2,30	4,20	4,68
	VARO	7,17	4,01	6,02	6,89	2,92	2,92	3,68	5,09	3,25	3,05	0,72	1,55	5,51	5,67	1,82	1,90	4,85	5,68	3,35	3,82
POST	VALGO	2,52	6,31	3,40	13,17	4,57	4,57	2,03	5,36	4,70	4,53	1,72	3,22	5,26	2,54	1,40	1,71	2,51	2,61	3,86	4,18
	VARO	1,72	2,77	9,20	8,06	5,27	5,27	3,17	8,55	2,11	6,45	0,77	0,04	4,77	2,37	1,98	3,84	2,72	3,85	4,00	4,79

Tabla 12. Valores de los ángulos femorotibiales obtenidos en las proyecciones CrCd valgo y varo, antes (pre) y después (post) de todo el procedimiento.

### 5.3.2. ESTUDIO ESPECÍFICO DE LA RODILLA

#### 5.3.2.1. Datos de la población de estudio

Los animales incluidos en el segundo estudio de la rodilla fueron, al igual que en los apartados anteriores, de tamaño y peso similar (razas medianas y grandes), siendo la media de la altura a la cruz  $0,67 \pm 0,05$  m, con variaciones entre 0,56 a 0,75 m y la media del peso  $24,56 \pm 5,20$  Kg y rango de 18,5 a 37,2 Kg. Por otra parte, el valor medio del IMC en este grupo de animales fue  $43,61 \pm 8,93$  Kg/m<sup>2</sup>, con valores en el rango de 31,85 a 63,71 Kg/m<sup>2</sup> (Tabla 13).

Nº	Peso (kg)	Altura a la cruz (m)	Longitud de la protuberancia occipital a la base de la cola (m)	Longitud tibia (cm)	IMC (Kg/m <sup>2</sup> )
15	26,4	0,56	0,74	18	63,71
16	21,7	0,65	0,83	20,5	40,22
17	19,4	0,65	0,81	20,5	36,85
18	18,5	0,66	0,88	18	31,85
19	26,3	0,73	0,89	24	40,48
20	21,1	0,61	0,81	20	42,70
21	26,4	0,64	0,86	19	47,97
22	30,2	0,71	0,94	22	45,25
23	25,8	0,68	0,94	21	40,36
24	37,2	0,75	0,84	19	59,05
25	18,5	0,65	0,75	17	37,95
26	23,2	0,73	0,86	21	36,95

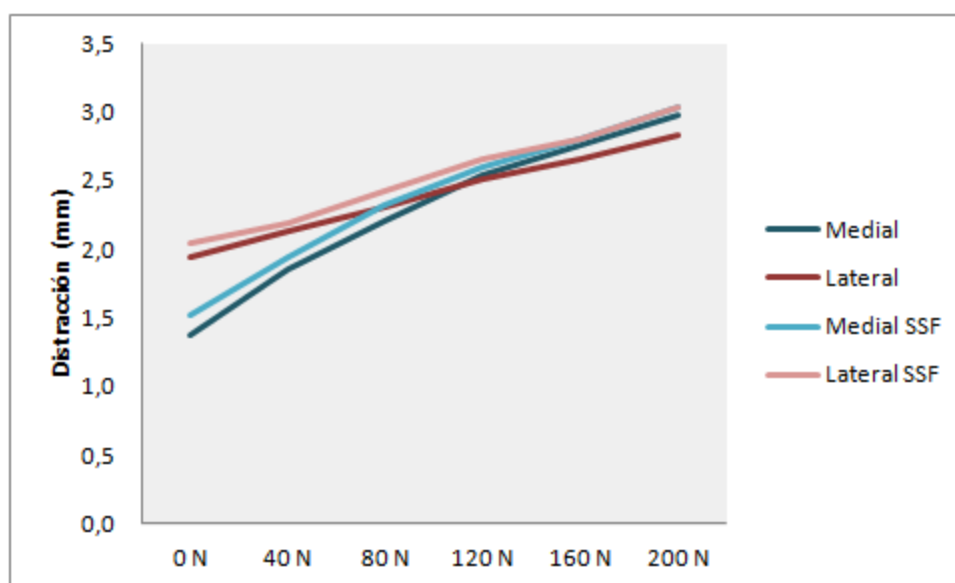
Tabla 13. Datos de los animales incluidos en el estudio de rodilla.

#### 5.3.2.2. Valoración de la distracción

Los valores de los espacios articulares obtenidos con la aplicación de cada una de las fuerzas, valorados durante la distracción y durante distracción y distensión en los dos espacios definidos (medial y lateral) para cada uno de los animales se muestran en la tabla 14.

Se observó un incremento en el espacio articular de la rodilla sometida a distracción en los dos puntos (M y L) descritos anteriormente para su valoración (Gráfica 5). Este incremento fue estadísticamente significativo ( $P < 0,05$ ) en el punto

lateral para cada una de las fuerzas aplicadas. Inicialmente (a 0 N), la media de L fue  $1,94 \pm 0,44$  mm, ampliándose con la aplicación de fuerzas mayores, de forma que este espacio resultó ser  $2,13 \pm 0,54$  mm,  $2,31 \pm 0,55$  mm,  $2,51 \pm 0,57$  mm,  $2,66 \pm 0,58$  mm y  $2,83 \pm 0,57$  mm a 40, 80, 120, 160 y 200 N, respectivamente. El valor medio del incremento del espacio en este punto entre 40 y 200 N fue 0,89 mm. No obstante, se observaron ciertas variaciones entre los casos: tres de las articulaciones (nº 18 I, 21 D y 23 D) no presentaron ningún aumento en el espacio al aplicar 40 N, mientras que otra (nº 19 I) no lo hizo de 40 a 120 N, otra (nº 23 I) de 80 a 120 N y dos de ellas (nº 17 I y 21 D) no lo presentaron de 160 a 200 N. Por último, se observó una ligera reducción en el espacio articular del perro nº 25 D al aplicar 160 N, con respecto a 120 N. El incremento del espacio articular medido en el punto medial de la articulación también resultó ser estadísticamente significativo ( $P < 0,05$ ) para cada una de las fuerzas utilizadas. Una de las articulaciones (nº 18 D) no experimentó incremento alguno de 160 a 200 N. El valor medio de M fue  $1,37 \pm 0,72$  mm,  $1,85 \pm 0,65$  mm,  $2,21 \pm 0,69$  mm,  $2,54 \pm 0,68$  mm,  $2,76 \pm 0,74$  mm y  $2,97 \pm 0,76$  mm para 0 N, 40 N, 80 N, 120 N, 160 N y 200 N, respectivamente. En este punto la distracción provocó un incremento medio de 1,6 mm desde 0 a 200 N.



Gráfica 5. Representación gráfica de la distracción conseguida en la rodilla con cada una de las fuerzas aplicadas, con y sin distracción mediante suero salino fisiológico (SSF).

### 5.3.2.3 Valoración de la distracción-distensión

La distracción junto a la distensión realizada mediante la introducción de suero salino fisiológico en la articulación produjo un incremento en el espacio articular en los

dos puntos seleccionados para la valoración, medial y lateral (*Gráfica 5*). Este incremento resultó ser estadísticamente significativo ( $P < 0,05$ ) para cada una de las fuerzas distractoras aplicadas. Así, el valor medio de L fue  $2,04 \pm 0,49$  mm,  $2,20 \pm 0,54$  mm,  $2,43 \pm 0,68$  mm,  $2,66 \pm 0,64$  mm,  $2,80 \pm 0,65$  mm y  $3,04 \pm 0,61$  mm para 0, 40, 80, 120, 160 y 200 N, respectivamente. También se observaron variaciones, puesto que cuatro de las articulaciones presentaron una reducción en el espacio articular, tres de ellas (nº 16 I, 22 D, 24 I) al aplicar 40 N y una (nº 18 I) al aplicar 80 N. Además, otras cuatro articulaciones diferentes (nº 19 D, 20 D, 23 D, 26 I) no tuvieron ningún aumento cuando se aplicaron 40, 80, 160 y 120 N, respectivamente. En general, la combinación de ambos procedimientos (distracción y distensión) en este punto produjo un incremento medio de 1 mm, de 0 a 200 N. Sin embargo, este incremento fue mayor en el punto medial, ya que en este caso el incremento medio resultó ser 1,52 mm de 0 a 200 N. El valor medio de M observado a 0 N fue  $1,52 \pm 0,66$  mm, mientras que fue  $1,94 \pm 0,71$ ,  $2,32 \pm 0,68$ ,  $2,59 \pm 0,72$ ,  $2,80 \pm 0,71$  y  $3,04 \pm 0,70$  mm para 40, 80, 120, 160 y 200 N, respectivamente. Hubo un caso (nº 23 I) que no experimentó ningún incremento al aplicar 40 N junto a la distensión, en comparación con la distensión a 0 N.

### **5.3.2.4. Comparación del espacio articular obtenido mediante distracción y distracción-distensión**

La comparación entre los espacios articulares obtenidos mediante distracción y mediante distracción-distensión mostró diferencias estadísticamente significativas en la mayoría de las fuerzas aplicadas. Las diferencias observadas entre ambos procedimientos en L fueron estadísticamente significativas ( $P < 0,5$ ) para todas las fuerzas distractoras aplicadas, a excepción de 40 N ( $P = 0,076$ ). La combinación de la distensión junto a la distracción dio lugar a espacios articulares mayores. El espacio articular a 0 N resultó ser un 5,15 % mayor cuando se realizaban ambos procedimientos, mientras que fue un 5,19 %, 5,98 %, 5,26 % y 7,42 % mayor al aplicar 80, 120, 160 y 200 N, respectivamente, junto a la distensión. Por el contrario, las diferencias observadas en M entre ambos procedimientos fueron estadísticamente significativas ( $P < 0,5$ ) con 0, 40, 80 y 200 N, mientras que no resultaron ser significativas al aplicar 120 ( $P = 0,27$ ) y 160 N ( $P = 0,28$ ). En este caso, la combinación de la distracción y distensión produjo un incremento de 10,95 % con respecto a la distracción a 0 N y de 4,86 % a 40 N, 4,98 % a 80 N y 2,36% a 200 N.

### **5.3.2.5. Valoración de la laxitud articular**

Para su visualización en conjunto, los valores de los ángulos femoro-tibiales medidos en cada animal antes y después de la distracción, están representados en la tabla 15.

El ángulo fémoro-tibial evaluado en las proyecciones en varo y valgo, tanto antes como después de la distracción no mostraron diferencias estadísticamente significativas entre sí ( $P = 0,60$  y  $0,83$ , respectivamente). Por un lado, el valor medio de este ángulo en la proyección en varo fue  $3,04 \pm 2,21^\circ$  antes del procedimiento de distracción y  $3,22 \pm 3,01^\circ$  después del mismo. Por otro lado, la media del ángulo en la proyección en valgo fue  $2,88 \pm 1,36^\circ$  antes de la distracción y  $2,93 \pm 1,62^\circ$  tras ella.

### **5.3.2.6. Valoración de la correlación entre el IMC y la distracción obtenida**

El IMC de los animales incluidos en esta parte del estudio varió entre  $31,85$  y  $63,71 \text{ Kg/m}^2$ . Tras realizar el análisis estadístico de la correlación de estos índices y la cantidad de espacio conseguido con las diferentes fuerzas de distracción, se observó la ausencia de relación alguna entre ambos.



PERRO/FUERZA	15 I	16 D	16 I	17 D	17 I	18 D	18 I	19 D	19 I	20 D	20 I	21 D	21 I	22 D	23 D	23 I	24 I	25 D	26 D	26 I
0 N	1,86	0,28	1,03	0,95	0,90	1,27	1,49	2,44	2,25	0,59	1,54	1,89	1,41	2,51	1,63	1,50	0,00	0,48	1,05	2,32
40 N	2,29	1,08	1,43	1,59	1,06	2,34	2,13	2,81	2,52	0,90	1,80	2,31	1,94	2,62	2,17	1,59	0,50	1,54	1,63	2,82
80 N	2,92	1,19	1,67	2,01	1,59	2,97	2,61	3,13	2,89	1,44	2,07	2,46	2,19	3,17	2,43	1,97	0,65	1,86	2,10	2,96
120 N	3,10	1,62	2,00	2,44	1,75	3,35	3,09	3,50	3,05	1,49	2,39	2,71	2,65	3,33	2,86	2,34	1,05	2,45	2,57	3,12
160 N	3,24	1,76	2,06	2,66	2,17	3,61	3,41	3,81	3,32	1,75	2,50	2,96	3,00	3,66	3,14	2,67	1,05	2,18	2,83	3,43
200 N	3,37	2,04	2,28	2,87	2,33	3,61	3,62	4,19	3,59	1,86	2,65	3,17	3,21	3,82	3,46	3,04	1,10	2,70	3,04	3,59
Medial	1,78	0,36	1,25	1,13	1,06	1,98	1,54	2,32	2,13	0,69	1,75	1,92	1,67	2,21	1,89	1,83	0,25	0,74	1,31	2,63
0 N SSF	2,63	1,04	1,39	1,70	1,11	2,72	2,07	2,63	2,56	0,90	1,80	2,28	1,98	2,86	2,42	1,83	0,61	1,42	1,78	3,07
40 N SSF	2,83	1,52	1,57	2,27	1,64	3,04	2,97	2,79	2,88	1,32	2,18	2,56	2,37	3,20	2,73	2,41	0,81	1,79	2,30	3,17
80 N SSF	3,12	1,80	2,01	2,72	1,96	3,36	3,24	3,06	3,20	1,42	2,44	2,88	2,87	3,41	3,00	2,69	0,76	2,15	2,46	3,33
120 N SSF	3,27	1,84	2,16	2,76	2,33	3,57	3,61	3,31	3,41	1,58	2,49	3,03	3,22	3,61	3,26	2,72	1,26	2,30	2,72	3,57
160 N SSF	3,53	2,12	2,26	2,87	2,48	3,84	3,77	3,95	3,68	1,95	2,76	3,13	3,40	3,89	3,40	3,04	1,56	2,62	3,02	3,63
Lateral	2,66	2,12	2,99	1,38	1,85	1,33	1,87	2,28	1,61	1,54	1,91	1,78	1,62	2,29	1,68	2,41	1,61	1,54	2,05	2,32
40 N	2,73	3,01	3,32	1,48	1,91	1,43	1,87	2,33	1,82	1,65	2,02	1,78	2,08	2,35	1,69	3,08	1,70	1,80	2,10	2,45
80 N	3,21	3,12	3,35	1,52	2,12	1,70	2,18	2,54	1,82	1,81	2,23	1,85	2,05	2,51	1,85	3,29	2,14	2,28	2,26	2,43
120 N	3,39	3,34	3,49	1,63	2,28	1,65	2,40	2,81	1,82	1,91	2,44	1,96	2,65	2,73	2,06	3,29	2,75	2,66	2,36	2,69
160 N	3,68	3,52	3,59	2,02	2,54	1,75	2,45	2,76	2,30	2,02	2,66	1,99	3,10	2,78	2,10	3,57	2,80	2,61	2,42	2,54
200 N	3,73	3,65	3,80	2,19	2,54	2,18	2,71	2,81	2,41	2,23	2,87	1,99	3,25	3,16	2,20	3,63	3,11	2,91	2,47	2,75
0 N SSF	2,36	2,36	3,45	1,63	1,74	1,39	1,91	2,06	1,81	1,43	1,96	1,82	1,85	2,59	1,58	2,79	1,86	1,89	2,04	2,37
40 N SSF	2,74	2,90	3,41	1,73	1,90	1,44	2,18	2,06	1,76	1,63	2,12	1,89	2,02	2,44	1,74	3,33	1,81	2,26	2,25	2,38
80 N SSF	3,85	3,40	3,78	1,81	1,96	1,71	2,12	2,31	1,86	1,63	2,38	1,99	2,23	2,55	1,89	3,38	2,06	2,73	2,41	2,59
120 N SSF	4,11	3,45	3,81	1,88	2,27	1,82	2,55	2,84	2,13	2,00	2,65	2,03	2,66	2,71	2,10	3,49	2,66	2,93	2,57	2,59
160 N SSF	4,28	3,52	3,92	1,99	2,49	1,92	2,71	3,00	2,45	2,11	2,76	2,14	3,15	2,84	2,10	3,57	2,86	2,98	2,62	2,63
200 N SSF	4,41	3,71	3,93	2,32	3,01	2,08	2,97	3,11	2,67	2,26	3,13	2,38	3,44	3,34	2,46	3,79	3,21	3,14	2,71	2,79

Tabla 14. Valores de los espacios articulares obtenidos con la aplicación de cada una de las fuerzas, valorados durante la distracción y durante distracción y distensión en los dos espacios definidos (medial y lateral) (SSF: Suero salino fisiológico).

PERRO	15 I	16 D	16 I	17 D	17 I	18 D	18 I	19 D	19 I	20 D	20 I	21 D	21 I	22 D	23 D	23 I	24 I	25 D	26 D	26 I
PRE																				
Valgo	0,56	4,07	1,95	4,12	2,90	4,50	2,64	4,80	2,04	4,91	5,48	3,63	1,77	0,73	2,94	2,35	2,34	1,91	1,84	2,11
Varo	-11,24	-0,94	-1,73	-1,63	-3,48	-1,78	-3,89	-3,38	-2,03	-2,17	-2,27	-1,51	-3,15	-3,49	-2,08	-4,03	-3,88	-5,31	-2,40	-0,47
POST																				
Valgo	0,90	2,89	1,41	4,49	3,93	4,78	3,05	3,83	0,88	6,49	4,92	3,83	2,28	0,00	2,08	3,24	0,98	4,12	2,73	1,72
Varo	-15,89	-2,92	-3,05	-1,60	-2,56	-1,90	-3,48	-2,45	-1,71	-2,08	-3,24	-0,87	-2,96	-2,52	-2,84	-1,81	-4,21	-3,75	-2,27	-2,30

Tabla 15. Valores de los ángulos femorotibiales obtenidos en las proyecciones CrCd valgo y varo, antes (pre) y después (post) de todo el procedimiento.

## **5.4. ARTICULACIÓN TIBIOTARSAL**

### **5.4.1. DATOS DE LA POBLACIÓN DE ESTUDIO**

La media de la altura a la cruz de los animales incluidos en este estudio fue  $0,66 \pm 0,05$  m, con un rango de variación de 0,57 a 0,72 m, mientras que la media del peso de estos animales fue  $29,24 \pm 4,42$  Kg, con un rango de variación entre 22  $\pm$  39,05 Kg. El IMC presentó valores que oscilaban entre 31,34 y 56,88 Kg/m<sup>2</sup>, siendo el valor medio de  $41,69 \pm 6,74$  Kg/m<sup>2</sup> (Tabla 16).

Se descartaron varias articulaciones, pues presentaron signos de alteraciones ortopédicas en el tarso en las radiografías tomadas previamente a la distracción. Finalmente, se incluyeron 20 articulaciones de 13 animales diferentes.

Nº	Peso (kg)	Altura a la cruz (m)	Longitud de la protuberancia occipital a la base de la cola (m)	Longitud tibia (cm)	IMC (Kg/m <sup>2</sup> )
1	33,06	0,69	1,1	24,5	43,89
2	25,8	0,57	0,93	17,5	48,93
3	32,85	0,69	1,07	24,5	44,49
4	27	0,64	0,97	21	43,83
5	39,05	0,71	1,16	24	47,41
6	30,8	0,72	1,25	25,5	34,22
7	29,8	0,67	1,08	22,5	41,37
8	29,4	0,7	1,12	25	37,67
10	29,7	0,7	1,1	21,4	38,57
11	24,5	0,7	1,04	21,5	33,65
12	32,1	0,57	0,99	19	56,88
13	22	0,65	1,08	22,5	31,34
14	24	0,63	0,96	19	39,68

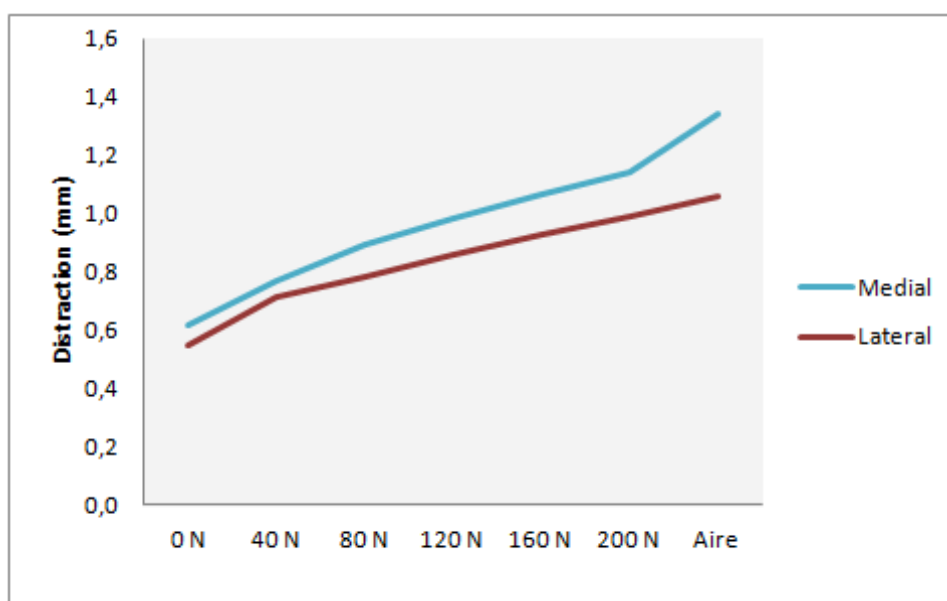
Tabla 16. Datos de los animales incluidos en el estudio de la articulación tibiotalar.

### **5.4.2. VALORACIÓN DE LA DISTRACCIÓN**

Se evaluó el espacio de la articulación tibiotalar en las dos localizaciones descritas anteriormente (medial y lateral), se registraron todos los datos obtenidos y se representó gráficamente (Gráfica 6). Los valores del espacio articular obtenidos en cada uno de los animales durante el procedimiento de distracción se muestran en la Tabla 17.

Se observó un incremento en el espacio articular al someterlo a fuerzas distractoras. Este aumento del espacio resultó estadísticamente significativo ( $P < 0,05$ ) en el punto medial (M), para cada una de las fuerzas utilizadas. El valor medio de M en el momento inicial (a 0 N) fue  $0,61 \pm 0,12$  mm, mientras que la medición fue  $0,80 \pm 0,15$  mm,  $0,94 \pm 0,16$  mm,  $1,04 \pm 0,17$  mm,  $1,12 \pm 0,18$  mm y  $1,21 \pm 0,17$  mm cuando se aplicaron 40, 80, 120, 160 y 200 N, respectivamente. Como valor medio, el incremento del espacio observado de 0 a 200 N en el punto medial fue 0,6 mm. No obstante, se observaron algunas variaciones en el comportamiento de las diferentes articulaciones, ya que cuatro de ellas (nº 7 I, 8 D, 8 I y 13 I) resultaron ser bastante estables a 120 N, por lo que el incremento no fue notable. Este hecho también se observó en cuatro articulaciones diferentes (nº 2 D, 7 D, 12 D y 13 D) durante la aplicación de 160 N. Posteriormente, el espacio se incrementó al utilizar fuerzas mayores.

En la representación gráfica de los valores medios de los incrementos en el espacio articular se observó una curva de ligero comportamiento inversamente exponencial; el aumento en el espacio articular era menor cuando se utilizaban las fuerzas altas y llegó a ser similar a 160 y 200 N. De este modo, los incrementos en el espacio articular observados fueron 0,18 mm, 0,14 mm, 0,10 mm, 0,08 mm y 0,09 mm, al aplicar 40, 80, 120, 160 y 200 N, respectivamente.



Gráfica 6. Representación gráfica de la distracción conseguida en una articulación tibiotarsal con cada una de las fuerzas aplicadas.

## Resultados

El incremento del espacio articular evaluado en el punto lateral (L) fue estadísticamente significativo ( $P < 0,05$ ) para todas las fuerzas distractoras, excepto para la comparación de 40 y 80 N ( $P = 0,258$ ). El valor medio de L conseguido con la distracción fue  $0,55 \pm 0,14$  mm,  $0,71 \pm 0,13$  mm,  $0,78 \pm 0,16$  mm,  $0,86 \pm 0,16$  mm,  $0,93 \pm 0,17$  mm y  $0,99 \pm 0,22$  mm, para 0, 40, 80, 120, 160 y 200 N, respectivamente. El incremento medio en el espacio articular en este punto fue 0,44 mm, de 0 a 200 N. No obstante, no todas las articulaciones experimentaron un incremento en el espacio articular con la distracción; cuatro articulaciones (nº 2 D, 4 I, 7 D y 14 I) presentaron una reducción en el espacio al aplicar 80 N, mientras que otra articulación (nº 12 D) no presentó cambio alguno. Finalmente, en un caso (nº 11 D) se produjo su máxima distracción (0,95 mm) al emplear una fuerza de 80 N, para reducirse posteriormente con fuerzas mayores. En general, el mayor incremento en el espacio articular observado en el punto lateral fue 0,16 mm, que se produjo tras la aplicación de 40 N, mientras que se hacía menor al utilizar mayores fuerzas, siendo 0,06 mm, 0,08 mm, 0,07 mm y 0,07 mm con 80, 120, 160 y 200 N, respectivamente.

### 5.4.3. VALORACIÓN DE LA INTRODUCCIÓN DE AIRE INTRAARTICULAR

La introducción de aire en el interior de la articulación, una vez alcanzados los 200 N de fuerza de distracción provocó un incremento estadísticamente significativo en el espacio articular en el punto medial ( $P < 0,05$ ), aunque no ocurrió de esta manera en el punto lateral ( $P = 0,29$ ). El valor medio de M tras la inyección de aire fue  $1,34 \pm 0,24$  mm, mientras que el valor medio de L resultó ser  $1,06 \pm 0,21$  mm (*Gráfica 6*).

### 5.4.4. VALORACIÓN DE LA LAXITUD ARTICULAR

La tabla 18 muestra los valores de los ángulos obtenidos entre el eje tibial y el eje tarsal en cada una de las articulaciones estudiadas en las proyecciones CrCd, en valgo y en varo, antes y después de la distracción.

El análisis estadístico de los valores del ángulo entre el eje de la tibia y el tarso

medido en las proyecciones realizadas con la extremidad en varo y valgo antes y después de la distracción no reveló diferencias estadísticamente significativas ( $P = 0,84$  y  $P = 0,87$ , respectivamente). El valor medio de este ángulo en la imagen en valgo fue  $2,87 \pm 1,87^\circ$ , con variaciones entre  $0,41^\circ$  y  $8,46^\circ$ , antes de la aplicación de las fuerzas de tracción y fue  $2,76 \pm 1,77^\circ$ , con un rango de  $0,02^\circ$  a  $5,95^\circ$ , después del procedimiento de distracción. Por el contrario, el valor medio de este ángulo medido en las imágenes realizadas en varo fue  $2,65 \pm 1,48^\circ$ , con un rango de variación de  $0,40^\circ$  a  $6,67^\circ$ , antes de la distracción y fue  $2,59 \pm 1,37^\circ$ , con un rango de  $0,61^\circ$  a  $6,21^\circ$  tras ella.

#### **5.4.5. VALORACIÓN DE LA CORRELACIÓN ENTRE EL IMC Y LA DISTRACCIÓN OBTENIDA**

El IMC de los animales empleados para el estudio del tarso varió entre 31,34 y 56,88 Kg/m<sup>2</sup>, no encontrándose relación alguna entre este índice y la cantidad de espacio conseguido mediante la distracción.

PERRO		1 D	2 D	3 D	4 D	4 I	5 I	6 D	6 I	7 D	7 I	8 D	8 I	10 I	11 D	11 I	12 D	12 I	13 D	13 I	14 I
Medial	0 N	0,48	0,60	0,49	0,63	0,74	0,68	0,51	0,69	0,55	0,58	0,88	0,68	0,72	0,66	0,51	0,60	0,77	0,57	0,51	0,39
	40 N	0,68	0,68	0,87	0,72	0,91	0,85	0,70	0,84	0,79	0,72	1,01	0,84	0,93	0,80	0,56	0,94	1,17	0,62	0,64	0,67
	80 N	0,83	0,85	1,03	0,81	1,16	1,02	0,86	0,97	0,88	1,01	1,27	1,06	0,99	0,98	0,76	1,13	1,03	0,87	0,73	0,58
	120 N	0,85	1,04	1,08	1,05	1,24	1,06	0,99	1,14	1,02	1,00	1,27	0,96	1,19	1,11	0,88	1,45	1,10	0,96	0,71	0,74
	160 N	0,86	1,03	1,22	1,10	1,36	1,09	1,01	1,34	1,01	1,18	1,38	1,02	1,36	1,15	1,01	1,44	1,18	0,91	0,93	0,85
	200 N	0,90	1,18	1,31	1,20	1,44	1,19	1,18	1,32	1,10	1,28	1,45	1,17	1,40	1,24	1,11	1,54	1,19	1,01	0,96	1,02
	200 N Aire	1,01	1,59	1,59	1,32	1,50	1,23	1,48	1,18	1,52	1,32	1,56	0,85	1,53	1,57	1,16	1,59	1,54	1,27	1,04	1,02
	200 N Flex	0,90	1,07	1,30	1,05	0,71	1,05	1,18	1,28	0,71	0,69	0,81	0,75	1,01	0,79	0,48	1,05	0,98	0,86	0,57	0,60
Lateral	0 N	0,48	0,40	0,64	0,53	0,54	0,46	0,60	0,62	0,43	0,50	0,61	0,52	0,56	0,50	0,38	0,89	0,89	0,52	0,55	0,39
	40 N	0,64	0,73	0,71	0,72	0,88	0,69	0,64	0,68	0,62	0,64	0,86	0,71	0,65	0,74	0,46	1,06	0,89	0,63	0,61	0,67
	80 N	0,93	0,60	0,76	0,85	0,83	0,82	0,66	0,79	0,61	0,73	1,07	0,83	0,76	0,95	0,55	1,06	0,91	0,67	0,62	0,53
	120 N	1,03	0,66	0,86	1,10	0,95	0,82	0,78	0,86	0,77	0,85	1,09	0,97	0,77	0,88	0,62	1,20	0,90	0,75	0,64	0,63
	160 N	1,11	0,66	1,10	1,06	1,04	0,89	0,83	0,95	0,78	0,93	1,11	0,95	0,83	0,90	0,71	1,32	1,02	0,82	0,70	0,80
	200 N	1,17	0,70	1,06	1,31	1,18	0,96	0,90	0,98	0,84	1,05	1,19	1,03	0,90	0,92	0,76	1,53	1,18	0,70	0,82	0,70
	200 N Aire	0,90	1,03	1,45	1,40	1,30	0,91	0,94	0,91	0,97	1,11	0,94	1,02	1,01	0,93	0,85	1,54	1,22	0,97	0,89	0,81
	200 N Flex	0,89	0,83	1,15	1,48	0,97	0,84	0,78	0,90	0,58	0,73	0,76	0,64	0,79	0,67	0,58	1,15	0,95	0,80	0,57	0,49

Tabla 17. Valores de los espacios articulares, en mm, obtenidos durante el proceso de distracción en los dos puntos definidos (medial y lateral) en la articulación tibio-tarsal.

PERRO		1 D	2 D	3 D	4 D	4 D	5 I	6 D	6 I	7 D	7 I	8 D	8 I	10 I	11 D	11 I	12 D	12 I	13 D	13 I	14 I
PRE	Valgo	2,93	5,04	1,44	1,38	3,34	3,54	2,70	0,41	1,78	4,24	2,15	1,72	0,62	2,98	0,69	8,46	3,80	2,60	2,73	4,90
	Varo	-0,62	-3,75	-6,67	-3,84	-1,87	-2,52	-4,04	-3,28	-3,31	-3,41	-0,64	-1,15	-3,36	-2,00	-3,16	-0,40	-2,20	-2,81	-2,63	-1,30
POST	Valgo	2,57	5,95	4,54	2,75	5,34	0,02	3,24	3,72	2,35	4,09	1,90	3,58	2,24	0,07	0,2533 3	2,53	4,53	4,01	0,09	1,50
	Varo	-2,79	-4,46	-4,00	-2,25	-1,14	-3,50	-2,62	-1,74	-4,15	-2,82	-1,72	-2,84	-0,61	-1,84	-2,5633	-2,64	-1,54	-6,21	-1,08	-1,20

Tabla 18. Valores de los ángulos obtenidos entre el eje tibial y el eje tarsal en cada una de las articulaciones estudiadas en las proyecciones CrCd, en valgo y en varo, antes y después de la distracción.

## ***6. DISCUSIÓN***





## **6. DISCUSIÓN**

En primer lugar, discutiremos el material y método empleado en nuestro estudio experimental. A continuación procederemos a la discusión global de los resultados obtenidos en cada uno de los diferentes apartados desarrollados en el capítulo de “Resultados”.

### **6.1. DISCUSIÓN DEL MATERIAL Y MÉTODO**

En este apartado se discutirá en primer lugar el material biológico empleado, animales y articulaciones estudiadas, y en segundo lugar la metodología seguida para la valoración de la técnica presentada.

#### **6.1.1. MATERIAL BIOLÓGICO EMPLEADO**

Tras realizarse la revisión bibliográfica sobre la utilización de procedimientos de distracción durante las técnicas artroscópicas, se observó que, mientras que en el ser humano se han utilizado y estudiado diversas maniobras distractoras en diferentes articulaciones (hombro, codo, muñeca, cadera, rodilla y tobillo), en medicina veterinaria son muy pocos los estudios que describen su uso o su estudio, siendo únicamente el perro, la especie en la que se ha utilizado.

En medicina humana son numerosos los artículos que describen el uso de la distracción durante la artroscopia en diferentes articulaciones, principalmente sobre pacientes clínicos.

Henrikus y colaboradores (1995), Berjano y colaboradores (1998), Hoenecke y colaboradores (2004), Correa y colaboradores (2008) y Porcellini y colaboradores (2013) describen en sus artículos el uso de técnicas distractoras de la articulación del hombro, utilizadas durante la artroscopia en pacientes clínicos. Takahashi y colaboradores (2000) realizaron su estudio sobre una técnica de distracción del codo en diez voluntarios. Bain y colaboradores (2008) describen la técnica de artroscopia de muñeca que llevan a cabo en sus pacientes, durante la cual utilizan la distracción.

Existen numerosos artículos en la bibliografía consultada donde realizan la descripción de la artroscopia de cadera de pacientes clínicos, por diversos motivos, en los que se realizaron técnicas distractoras (Byrd y col., 1997; Griffin y col., 1999; Sampson y col., 2001; Clarke y col., 2003; Kelly y col., 2005; Nusem y col., 2006; Flecher y col., 2011; Lee y col., 2012; Martin y col., 2012; Mei-Dan y col., 2013). Jakob y colaboradores (1988) y Kurtz y colaboradores (2006) también utilizaron un distractor articular para la rodilla en sus pacientes. Por último, en la articulación del tobillo numerosos autores han expuesto la utilización de técnicas distractoras en sus pacientes (Mariani y col., 2001; Beals y col., 2010; Qin-wei y col., 2010; Young y col., 2011; Kim y col., 2012; Lozano-Calderón y col., 2012; Nickisch y col., 2012; Zengerink y col., 2012).

Sin embargo, también se han realizado estudios sobre la distracción articular en cadáveres humanos o en especímenes. No se ha encontrado este tipo de estudios en hombro, en codo, en muñeca o en rodilla en la bibliografía consultada, pero sí se han realizado sobre la cadera y el tobillo. Estas articulaciones son sobre las que más se ha estudiado la distracción articular. La cadera es una articulación, que por su anatomía, necesita de la tracción para poder llevarse a cabo la correcta visualización del compartimento central, aunque no se ve necesaria para la valoración del compartimento periférico (Burman y col., 1931; Sampson y col., 2001; Byrd y col., 2006; Bushnell y col., 2007; Smart y col., 2007; Dunlap y col., 2012; Gédouin y col., 2012). Por su parte, la articulación talocrural fue considerada como no adecuada para la artroscopia debido al reducido espacio existente (Burman y col., 1931). Posteriormente, ha sido considerada como un reto en la artroscopia, como consecuencia de su pequeño tamaño y de la cantidad de estructuras neurovasculares que la rodean (Theken y col., 1992). Otros autores afirman que según la localización de la lesión, la tracción puede ser o no necesaria para la visualización adecuada de las estructuras (Aydin y col., 2006; Lozano-Calderón y col., 2012).

Por lo tanto, en estas articulaciones se han realizado estudios en cadáveres, para valorar nuevas técnicas, fuerzas máximas aplicables o para el estudio de los efectos de distensión sobre la distracción obtenida. Dienst y colaboradores (2002) realizaron un estudio de la distracción en la cadera sobre cadáveres para valorar fuerzas, espacios y el efecto de la distensión.

Además, existen en la bibliografía numerosos trabajos de revisión de la técnica artroscópica, donde figuran recomendaciones para la artroscopia y para la distracción

(Byrd y col., 2006; Smart y col., 2007; Nord y col., 2010). Theken y colaboradores (1992) y Aydin y colaboradores (2006) realizaron sus estudios de la distracción del tobillo en especímenes y en cadáveres, respectivamente. Theken y colaboradores estudiaron la tensión en ligamentos como consecuencia de diferentes fuerzas de tracción empleadas en una técnica de distracción invasiva, mientras que Aydin y colaboradores presentaron una nueva técnica de distracción.

Al revisar la bibliografía encontramos muy pocos estudios de distracción articular en especies animales. La descripción de esta técnica durante la artroscopia únicamente se ha llevado a cabo en el perro. Sólo se han descrito técnicas de distracción articular para el hombro, la cadera (Schulz y col., 2004) y la rodilla (Böttcher y col., 2009; Gemmill y col., 2009). Warnock y colaboradores (2004) expusieron su utilización para la articulación antebraquiocarpal, pero no realizaron descripción alguna de la técnica.

Estos estudios en perros se han llevado a cabo tanto en animales vivos, como en cadáveres. Warnock y colaboradores pusieron en práctica la técnica de artroscopia y distracción del carpo en cadáveres, mientras que Gemmill y colaboradores realizaron una parte en cadáveres y otra parte en animales vivos y Böttcher y colaboradores llevaron a cabo el estudio de su técnica de distracción de rodilla en animales vivos afectados por la rotura del ligamento cruzado craneal de la rodilla.

En este estudio se ha procedido a la valoración de la distracción articular del hombro, cadera, rodilla y tarso en cadáveres completos de perros. La elección de estas articulaciones se basa en la frecuencia de realización de estos procedimientos, así como en la repetibilidad y facilidad de la técnica artroscópica en cada articulación. Los animales que aquí se han utilizado corresponden a razas medianas y grandes, puesto que se ha observado que están más predispuestos a problemas articulares, y por tanto a someterse a una artroscopia.

Este trabajo se plantea como un estudio experimental sobre cadáveres, puesto que la valoración del efecto de fuerzas tan altas, de hasta 200 N sobre las articulaciones, así como la gran exposición radiológica a la que se exponen los animales, no permiten su valoración sobre animales vivos. Por ello, los daños neurológicos, que son los que se han descrito como más comunes durante el procedimiento de la distracción, no pueden ser valorados, por lo que otros estudios

sobre la distracción con las fuerzas de tracción establecidas en este estudio como suficientes para conseguir espacios adecuados, son necesarios para valorar el posible daño neurológico.

De la misma forma, al tratarse de un estudio experimental en cadáveres, no fue posible el examen histológico de ligamentos tras la distracción, para la valoración de posibles daños microscópicos. Las respuestas tisulares producidas *in vivo*, tales como la inflamatoria o degenerativa no iban a ser visibles y cualquier fisura o rotura podría haberse producido bien durante la vida del animal o bien durante nuestra manipulación. Por todo ello, se decidió en hacer un estudio funcional de la laxitud articular, realizando la comparación entre la laxitud observada antes y después del procedimiento.

Por otra parte, los cadáveres incluidos en el estudio fueron congelados y descongelados. Se podría pensar que los efectos de la congelación y descongelación sobre los tejidos blandos podrían alterar las características biomecánicas de los mismos. Giannini y colaboradores (2008) observaron alteraciones mecánicas, como una reducción en la máxima carga que podían soportar las muestras del ligamento cruzado posterior del ser humano. Este tema está muy controvertido ya que hay estudios que afirman la existencia de alteraciones, mientras que otros estudios lo niegan. Así, Woo y colaboradores (1996) realizaron un estudio sobre las alteraciones que podía causar la congelación en el ligamento colateral medial de la rodilla del conejo y observaron que no se producían alteraciones en las propiedades biomecánicas de ligamentos, ni en los tendones. Sin embargo, en un estudio realizado sobre el M. supraespinoso del perro, se ha descrito que se produce una alteración importante en las propiedades mecánicas y morfológicas de los músculos como consecuencia de la congelación y posterior descongelación, debido a un debilitamiento de los elementos contráctiles durante este proceso. Esto ocurre por la destrucción celular que se produce durante el proceso (Gottsauner-Wolf y col., 1995). En ese mismo estudio afirman que los ligamentos, los tendones y el cartílago articular no se afectan, ya que las fibras de colágeno tienen mayor resistencia a la autólisis, mientras que la actina y la miosina del músculo son más vulnerables.

Hay numerosos estudios que confirman esos resultados. En el año 2006, Moon y colaboradores comprobaron el efecto de dos ciclos de congelación y descongelación sobre el ligamento colateral medial del conejo y observaron que tampoco se causaba

ninguna alteración de las propiedades biomecánicas; aún así, recomiendan que los especímenes fueran almacenados envueltos por toallas húmedas con suero salino fisiológico, para evitar la pérdida de agua.

Un año más tarde, Hirpara y colaboradores (2008) comprobaron si había alguna diferencia en la fuerza necesaria para originar una separación de 3 mm en tendones reparados frescos, refrigerados, congelados durante 3 meses, congelados durante 6 meses y re congelados; y no observaron diferencias significativas entre ninguno de los grupos establecidos.

Huang y colaboradores (2011) estudiaron el efecto de varios ciclos de congelación sobre el tendón de los Mm. flexor digital superficial y flexor *pollicis longus* del ser humano, y concluyeron que no se generaban alteraciones biomecánicas en menos de 2 y 3 ciclos, pero sí se evidenciaban a partir de 5 ciclos.

En nuestro estudio se utilizaron cadáveres enteros, por lo que se minimiza de esta forma la pérdida de agua y únicamente se congelaron y descongelaron una vez, por lo que consideramos que se mantuvieron las características biomecánicas de los ligamentos, tendones y cápsula articular.

### 6.1.2. MÉTODO EMPLEADO

La toma de datos de los animales se llevó a cabo para el cálculo del IMC utilizando una modificación de la fórmula descrita por Mawby y colaboradores (2004). En nuestro estudio utilizamos la altura a la cruz en lugar de la altura del hombro, ya que la altura a la cruz es uno de los parámetros que se usa en las caracterizaciones etnológicas de las razas caninas (Cárcel-Rubio y col., 1998; De la Fuente y col., 2001).

Nuestro trabajo está basado en la valoración de la amplitud de espacio articular obtenido mediante nuestro procedimiento de distracción. La técnica que aquí se presenta utiliza un distractor, cuya aplicación llevó unos minutos en cada una de las articulaciones. Todas las partes que conforman el distractor son autoclavables, por lo que es posible su aplicación de forma aséptica en el paciente que vaya a ser sometido a un procedimiento artroscópico.

La valoración del espacio articular se ha realizado a través de imágenes digitales radiológicas y fluoroscópicas, obtenidas previamente a la distracción, durante el procedimiento de distracción y distensión, y posteriormente al mismo.

Flecher y colaboradores (2011), que describieron la utilización de la distracción en la artroscopia de cadera en 23 pacientes, mostraron además de las imágenes artroscópicas, imágenes digitales fluoroscópicas antes y después de la distracción, donde se hace evidente el incremento del espacio articular. Aydin y colaboradores (2006) y Beals y colaboradores (2010), que valoraron la distracción sobre la articulación talocrural, también realizaron imágenes digitales fluoroscópicas que demostraban el espacio articular obtenido con la técnica distractora.

En este estudio se ha procedido a realizar la flexión en aquellas articulaciones donde era posible (todas, a excepción de la cadera), para valorar que era una maniobra que se podía realizar con el distractor colocado. Además, en el caso del hombro, se obtuvo una imagen fluoroscópica para evaluar el efecto de la flexión sobre el espacio articular conseguido. Esta es la única articulación donde puede llevarse a cabo esta medición, puesto que al realizar la flexión sobre la rodilla y el tarso, al estar en posición CrCd, se modifica tanto la altura como la angulación de la articulación y por tanto, del espacio articular, por lo que éste no puede ser valorado.

En el estudio general se ha llevado a cabo la distensión con aire de todas y cada una de las articulaciones valoradas. De esta manera se elimina el efecto de vacío fisiológico presente en el interior de las articulaciones, incrementado por la distracción realizada (Byrd y col., 1997; Dienst y col., 2002). Se ha demostrado que la presión en el interior de las articulaciones es ligeramente subatmosférica, con ciertas diferencias entre las especies y articulaciones, y variaciones con el movimiento (Simkin y col., 1995). Esta menor presión o presión negativa es un elemento estabilizador de las articulaciones, por lo que al eliminarlo, se necesita menos fuerza para distraer una articulación. La elección del aire como método de distracción fue para valorar más objetivamente el efecto que tenía la eliminación del vacío intraarticular, sin la suma del efecto de presión positiva que ocasionaría la introducción de fluido en la articulación. Este método coincide con el realizado por Dienst y colaboradores (2002).

Por otra parte, en el estudio específico de la rodilla, realizado con posterioridad, se realiza la distensión de la articulación con fluido. Para ello, se ha utilizado la misma

presión que se emplearía durante una artroscopia (30-50 mmHg), para valorar así el efecto de la distensión que se observaría durante un procedimiento real. Byrd y colaboradores (1997) también estudiaron la distensión articular mediante la introducción de fluido.

Dienst y colaboradores (2002) valoraron la distracción conseguida en la cadera mediante fluoroscopia, para luego obtener imágenes en las que realizar las mediciones. En este estudio se obtuvieron imágenes fluoroscópicas tras cada una de las fuerzas aplicadas, de 50 a 400 N, a intervalos de 50 N. En este caso afirman que realizaron la distensión con aire en lugar de con fluido para evitar así los efectos causados por la presión positiva que ejerce el fluido.

Byrd y colaboradores (1997) realizaron la técnica de distracción de la cadera en once pacientes en los que llevaron a cabo tres imágenes radiológicas: antes de la distracción, tras 50 lb de tracción y después de realizar la distensión con 40 ml de fluido. A diferencia de Dienst y colaboradores (2002), en este trabajo emplearon fluido para eliminar el fenómeno de vacío articular y para valorar el efecto del aumento de la presión intracapsular producida por el fluido.

## **6.2. DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS**

### **6.2.1. HOMBRO**

En medicina humana se han utilizado diferentes técnicas de distracción para facilitar la realización de artroscopias en el hombro, eliminar la necesidad de un asistente y reducir el riesgo de ocasionar daño iatrogénico a la articulación como consecuencia del instrumental (O'Brien y col., 1997; Hoenecke y col., 2004; Correa y col., 2008). En medicina veterinaria se ha descrito el uso de distractores en el húmero para la reducción de fracturas (Rovesti y col., 2006a; Rovesti y col., 2006b); sin embargo, hay pocos estudios que describan su utilización durante los procedimientos artroscópicos, y emplean únicamente distractores de tipo no invasivos (Schulz y col., 2004).

Los animales seleccionados para el estudio fueron de raza mediana-grande,



puesto que éstos tienden a padecer más frecuentemente de patologías ortopédicas en el hombro (p.ej., osteocondritis disecante, no unión del centro de osificación caudal de la cavidad glenoidea, tendinopatías del tendón del M. del bíceps braquial) (Rochat y col., 2012), y por tanto son más susceptibles de someterse a procesos artroscópicos.

La distracción se llevó a cabo en decúbito lateral con la extremidad a evaluar en posición neutra, de la misma forma que se procedería a realizar una artroscopia en el hombro (Beale y col., 2003). Esta posición fue evaluada para cada fuerza de distracción aplicada, para valorar posibles cambios debido a la distracción. El ángulo escápulo-humeral sólo experimentó un ligero aumento mientras se aplicaba la distracción, el cual fue más evidente con la fuerza máxima (200 N). Este aumento se debió a la extensión de la articulación producida por la distracción. Por el contrario, se observó una reducción en el ángulo escápulo-humeral en las radiografías obtenidas para la evaluación de la inyección de aire intraarticular, pero esto puede deberse a la flexión llevada a cabo justo antes de la inyección de aire, ya que, aunque la articulación se extendió de nuevo a la posición inicial, una ligera flexión residual pudo haber quedado.

La distracción provocó un incremento en el espacio articular en los tres puntos descritos para su valoración. Esto puede, intuitivamente resultar en un mayor espacio articular para introducir el instrumental artroscópico, facilitando así la realización de procedimientos más complicados. Además, el incremento del espacio articular conseguido mediante distracción y la fuerza necesaria para ello no han sido definidos en estudios previos en pequeños animales. En medicina humana se ha recomendado una determinada cantidad de fuerza para realizar la distracción en el hombro (Berjano y col., 1998; Porcellini y col., 2013), pero no hay estudios que describan la cantidad de espacio obtenido.

En este estudio, el espacio articular medido en el punto craneal aumentó durante la aplicación de todas las fuerzas hasta 160 N, mientras que en el punto medio el incremento se observó también a los 200 N y en el punto más caudal se produjo a partir de los 120 N hasta 200 N. Los cambios observados en el punto caudal no resultaron estadísticamente significativos con la aplicación de las fuerzas más bajas, por lo que estas fuerzas iniciales únicamente incrementaron el espacio en los puntos craneal y medio. Además, una ligera reducción en el espacio articular en este punto fue observado al aplicar una fuerza de 40 N en diez casos y 80 N en seis de los 20

especímenes.

El mayor incremento en los puntos craneal y medio se observó cuando se aplicó una distracción de 40 N, mientras que con el resto de fuerzas aplicadas (80 N a 200 N) los incrementos en el espacio fueron reduciéndose de forma gradual. Por el contrario, en el punto caudal el aumento observado con la aplicación de 40 N fue el menor, mientras que con fuerzas más elevadas resultaron ser mayores y más constantes, reduciéndose de nuevo con la máxima fuerza distractora. El menor aumento del espacio observado con la aplicación de fuerzas mayores se puede explicar como consecuencia de la tensión que experimentan los tejidos blandos circundantes y pudo ser la causa del doblamiento de las agujas que ocurrió con la aplicación de fuerzas elevadas. Esta situación ya fue descrita por Theken y colaboradores (1992) en un estudio sobre la distracción en el tobillo, donde observaron que fuerzas mayores no incrementaban el espacio articular, debido probablemente al doblamiento de las agujas. Por lo tanto, una distracción de 40 N puede ser suficiente para el tratamiento de determinadas lesiones gracias al incremento en el espacio articular que provoca en las regiones craneal y media de la articulación.

Una vez que se aplicaron 200 N, se evaluaron los efectos de la flexión y la inyección de aire intraarticular sobre la distracción conseguida. La flexión pudo llevarse a cabo mientras se aplicaba la distracción, aunque la gran tensión en los tejidos blandos provocó cierto grado de resistencia. Se puede presuponer que fuerzas menores hubieran permitido la flexión del hombro con menos resistencia, pero este aspecto no fue evaluado. Además, se debe mencionar que otras técnicas de distracción descritas en medicina veterinaria no permitieron la flexión del hombro mientras el distractor estaba colocado (Schulz y col., 2004), lo cual, aunque la artroscopia se realice con la extremidad en extensión, puede resultar de utilidad durante el procedimiento. En este estudio se observó una reducción en el espacio articular durante la flexión; aún así, puede ser una maniobra que se practique durante la realización de la técnica.

La inyección de aire en el interior de la articulación se realizó con el objetivo de eliminar el efecto de vacío intraarticular, que se reflejó en un incremento en el espacio articular en los tres puntos evaluados. Así, se incrementó un 23,65% el espacio observado en el punto craneal, un 23,98% en el punto medio y un 28,72% en el punto caudal, en comparación con la situación existente con 200 N sin aire. Por otra parte, la

introducción de aire en el interior de la articulación produjo un descenso en la fuerza distractora, tal y como se mostró en el dinamómetro cuando se realizaba el proceso. Esto es debido a la eliminación de la presión negativa intraarticular que ejercía resistencia a la distracción, de forma que, una vez eliminada, la fuerza necesaria es menor. Este efecto ya ha sido descrito en el ser humano en el estudio realizado por Dienst y colaboradores (2002), donde afirman que la distracción más la distensión articular provoca mayores espacios articulares a fuerzas menores que la distracción por sí sola. Describen que la curva de la “distracción-distensión” es inversamente exponencial mientras que la curva de la distracción es exponencial, por lo que a fuerzas menores se consiguieron mayores espacios cuando la distensión se aplicaba junto a la distracción. Por su parte, Byrd y colaboradores también estudiaron el efecto de la distensión sobre la distracción en la cadera, concluyendo que la distensión puede facilitar la distracción, aunque este efecto podría ser variable, ya que lo valoraron en un reducido número de población (Byrd y col., 1997).

Basándonos en esta observación, es probable que la magnitud de la fuerza distractora necesaria durante una artroscopia para conseguir los espacios descritos en este estudio sea menor, puesto que la introducción del instrumental en la articulación y la irrigación con suero tendrán el mismo efecto que la introducción de aire intraarticular. En este aspecto coincidiríamos con el trabajo realizado por Dienst y colaboradores (2002).

La reducción en la fuerza aplicada durante la distracción articular puede ser beneficiosa para la reducción de la incidencia de complicaciones ligadas al procedimiento. En medicina humana se han descrito complicaciones durante el postoperatorio de artroscopias asociadas a técnicas distractoras, entre las que se encuentra el daño tanto a tejidos blandos como a tejido óseo (Aydin y col., 2006; Bushnell y col., 2007; Dienst y col., 2002; Kim y col., 2012; Theken y col., 1992; Young y col., 2011). En el caso del hombro, hay pocos estudios que realicen una descripción de la tasa de complicaciones asociadas al procedimiento artroscópico y de distracción. Berjano y colaboradores (1998) observaron un 10,63% de complicaciones totales en 179 artroscopias realizadas en 172 pacientes, de las que sólo un 1,48% resultaron ser neurológicas (neuroparálisis del nervio cubital), asociadas seguramente a la forma en que se sujetaba el dispositivo de distracción no invasivo, que ocasionaría compresión, y no tanto a la fuerza realizada con el mismo. Más recientemente se ha descrito también el posible daño neurológico como consecuencia de la compresión en técnicas no

invasivas y el daño al plexo braquial o sus ramas por una distracción o abducción excesivas durante el procedimiento (Correa y col., 2008). En medicina veterinaria no hay descritas complicaciones asociadas a la distracción.

En un intento de reducir las posibles complicaciones asociadas a la distracción, Berjano y colaboradores (1998) recomendaron en su estudio utilizar fuerzas menores a 3 Kg (29,4 N) para proceder a la distracción no invasiva del hombro en el ser humano, mientras que en un estudio clínico posterior, Porcellini y colaboradores (2013) emplearon 5 Kg (49 N) de tracción en 2.707 artroscopias. Otros estudios realizados en otras articulaciones recomiendan la limitación del tiempo, realizar la distracción de forma intermitente o hacer pruebas previas, pero esto se comentará posteriormente.

En este estudio la fuerza mínima aplicada fue 40 N, que provocó un incremento en el espacio articular. Sin embargo, esta fuerza puede reducirse para evitar las posibles complicaciones mencionadas, puesto que la eliminación del efecto vacío también incrementa el espacio articular, consiguiéndose un mayor espacio con menor fuerza. Además, mientras que otras técnicas distractoras no invasivas descritas en pequeños animales realizan la distracción desde la parte distal de la extremidad mediante vendas sujetas a la zona metacarpiana (Schulz y col., 2004), la técnica que aquí se describe realiza la distracción únicamente de la articulación del hombro, ya que la distracción es delimitada por las dos agujas colocadas en el cuello de la escápula y en el húmero proximal. Esto se traduce en una mayor eficiencia en el uso de la fuerza aplicada y puede influir en la reducción de complicaciones causadas por la distracción de la extremidad completa.

Al tratarse de una técnica de distracción invasiva mediante la colocación de dos agujas, se podrían tener complicaciones del tipo de fracturas o pérdida de hueso como consecuencia de la movilización de las agujas al realizar la distracción. Sin embargo, pensamos que la utilización de agujas de Kirschner de pequeño diámetro (1,5 mm) y el hecho de que se les aplique tensión previamente a la distracción hace que el daño tanto en el hueso como en los tejidos blandos (p.ej. músculos) sea menor, por lo que en ningún caso se observó la pérdida de hueso, ni fracturas asociadas a la colocación de las agujas, ni durante ni una vez retirada las agujas tras el procedimiento de distracción.

Una de las complicaciones descritas en medicina humana asociadas a la

distracción invasiva es el doblamiento de las agujas (Aydin y col., 2006; Kim y col., 2012; Theken y col., 1992). Este hecho podría ocasionar daño al tejido blando y al tejido óseo, además de poder causar la rotura de las agujas como consecuencia del estrés del material en el punto de flexión. En nuestro caso, debido al pequeño diámetro de las agujas empleadas, resultó más susceptible su doblamiento; no obstante, la aplicación de la tensión antes de comenzar el procedimiento redujo en gran medida esta complicación, aunque no la eliminó por completo, observándose fundamentalmente con la aplicación de las fuerzas mayores.

Otras complicaciones descritas en la literatura humana son el daño a tejidos blandos y estructuras ligamentosas, lo cual se valoró en este estudio mediante radiografías en estrés antes y después de la distracción. En un estudio donde compararon animales control con animales que padecían inestabilidad medial del hombro se observó que la inestabilidad medial en el hombro del perro estaba relacionada con mayores ángulos de abducción (Cook y col., 2005). En este estudio no se encontraron cambios significativos en los ángulos escápulo-humerales establecidos para la valoración de la laxitud articular después del procedimiento de distracción. Esto es acorde con las conclusiones del estudio de Schulz y colaboradores (2004), en el que tampoco se observaron complicaciones relacionadas con la técnica de distracción.

Por último, no se observó correlación alguna entre la cantidad de distracción conseguida y el IMC de los animales. Tampoco se han encontrado estudios que analicen la relación entre estos dos parámetros en medicina veterinaria, ni en medicina humana.

### **6.2.2. CADERA**

La distracción de la cadera para llevar a cabo la artroscopia ha sido muy estudiada en medicina humana, ya que como consecuencia de la anatomía de la articulación, se hace necesaria la distracción para poder valorarla. La distracción articular permite valorar las estructuras intraarticulares del compartimento central, mientras que no es necesaria para la visualización del compartimento periférico (Byrd y col., 2006; Gédouin y col., 2012; Nord y col., 2010; Sampson y col., 2001). Una distracción adecuada es necesaria para conseguir una separación suficiente entre las

superficies articulares para poder introducir el instrumental artroscópico, mientras que únicamente la flexión se ha visto que permite el acceso al compartimento periférico, que es intracapsular, pero extraarticular (Byrd y col., 2006). Por el contrario, una distracción inadecuada en el compartimento central puede dar lugar a una introducción del material de artroscopia de forma traumática, pudiendo dañar el cartílago articular u otras estructuras (Sampson y col., 2001).

En medicina veterinaria no se ha descrito esa diferenciación en la técnica, ni existen muchos estudios acerca del desarrollo de técnicas distractoras. Sólo hay un estudio que describe una técnica no invasiva que utilizan para diferentes articulaciones, entre ellas para la cadera (Schulz y col., 2004). Además, en pequeños animales se han descrito otros usos para la distracción: como por ejemplo la reducción de fracturas diafisarias (Rovesti y col., 2006a; Rovesti y col., 2006b). Por su parte, Beale y colaboradores (2003) afirman que es necesaria la presencia de un asistente para llevar a cabo la distracción, en caso de que no se disponga de un distractor.

Hasta la fecha no existe en la bibliografía consultada estudios previos en pequeños animales que describan técnicas distractoras que analicen la cantidad de espacio articular conseguido, ni su relación con la fuerza aplicada. La técnica distractora que aquí se presenta permite eliminar la necesidad de un asistente, proporcionando el sostén firme de la extremidad. Además, puede resultar de gran ayuda en animales que padezcan de osteoartritis, ya que el engrosamiento capsular puede dificultar el proceso

Este estudio se llevó a cabo con los animales en decúbito lateral y colocando la extremidad objeto de valoración paralela al suelo, en posición neutra, tal y como tendría lugar la artroscopia (Beale y col., 2003; Luther y col., 2005; Schulz y col., 2012). Además, la rotación de la extremidad podría tener efectos negativos sobre la distracción o podría incrementar la tensión en ciertos tejidos.

El uso de la distracción en este estudio originó un incremento estadísticamente significativo del espacio articular con todas y cada una de las fuerzas aplicadas. Sin embargo, cinco articulaciones coxofemorales mostraron un comportamiento algo diferente con respecto a las demás; tres de ellas (nº 2 D, 5 I y 6 I) experimentaron una reducción del espacio articular cuando se aplicó una fuerza de 40 N, que puede explicarse como consecuencia de un cambio en la posición de la cadera cuando

comenzó a aplicarse la fuerza, ya que la actuación de fuerzas mayores sí se tradujo en incrementos en el espacio articular. El cuarto caso (nº 10 I) obtuvo espacios articulares marcadamente más pequeños que el espacio medio observado en todos los casos y con cada una de las fuerzas distractoras, consiguiéndose un espacio de 6,18 mm a los 200 N. En este caso pensamos que pudo ser debido a la presencia de fibrosis, no detectada mediante radiología, que dificultaba el procedimiento. Por último, el quinto caso (nº 3 D) no experimentó un incremento en el espacio al aplicar la fuerza máxima (200 N), sino que al contrario, supuso una ligera reducción. Esta reducción fue tan pequeña que no pensamos que disminuyera, sino que permaneció estable debido a la gran tensión en los tejidos blandos, lo cual impidió el incremento en el espacio.

El mayor aumento en el espacio articular se observó durante la aplicación de una fuerza de 80 N en la mayor parte de las articulaciones estudiadas. La distracción inicial, al aplicar 40 N suponemos que produjo un ajuste del componente elástico tanto del tejido blando periarticular, como de las bandas de nylon que se utilizaron para la sujeción del cuerpo de los animales. Una vez superada esta fase, la siguiente fuerza aplicada, 80 N, produjo una distracción que provocó la tensión en el tejido blando; de esta manera, fuerzas mayores provocaron una tensión tal en los tejidos blandos, que contrarrestaban la distracción, por lo que ésta fue progresivamente disminuyendo.

Considerando esto, podemos deducir que no es necesario realizar distracciones con fuerzas mayores a 80 N, ya que esta magnitud produce un incremento del espacio articular suficiente para facilitar la artroscopia en la mayor parte de los casos. Un trabajo que estudió la biomecánica de la articulación en el ser humano estableció que la fuerza necesaria para distraer o subluxar la cadera en un adulto era de 200 N aproximadamente, siendo proporcional al cuadrado del diámetro de la cabeza femoral, por lo que la fuerza era diferente en niños (Wingstrand y col., 1990). Sin embargo, los estudios existentes en medicina humana acerca de la fuerza necesaria para proceder a una distracción adecuada, que facilite la artroscopia, presentan ciertas diferencias. Algunos estudios sobre la artroscopia de cadera han utilizado de 200 a 300 N (Griffin y col., 1999; Clarke y col., 2003), mientras que otros recomiendan una distracción por debajo de 50 lb (222 N aproximadamente) en un individuo normal, reduciendo la fuerza a menos de 25 lb (111 N aproximadamente) en aquellos pacientes que tengan mayor grado de laxitud articular, es decir, que presenten displasia de cadera (Sampson y col., 2001). Por su parte, Kelly y colaboradores (2005) recomiendan emplear fuerzas de 25 a 50 lb durante la distracción de la cadera,

mientras que Byrd y colaboradores (2006) describen la utilización de 50 lb aproximadamente y Smart y colaboradores (2007) se inclinan por 50 a 75 lb. Nord y colaboradores (2010) recomiendan en su estudio sobre artroscopia de cadera, rangos más amplios, de 25 a 100 lb (111 a 444 N aproximadamente). Considerando que en la bibliografía consultada de medicina humana los rangos de distracción descritos para la articulación de la cadera son de 111 a 444 N, parece lógico pensar que una distracción de 80 N en el perro de raza mediana-grande es adecuada.

Una vez aplicada la fuerza máxima de 200 N se procedió a evaluar el efecto de la inyección de aire intraarticular sobre la distracción conseguida. El resultado de ello fue un incremento en el espacio articular observado, puesto que se eliminó la resistencia intraarticular a la distracción. De esta manera, el incremento medio observado fue del 9,28%, con respecto al espacio presente tras la aplicación de 200 N. Este efecto ya ha sido descrito previamente en medicina humana, donde han realizado estudios de distensión articular tanto con aire (Dienst y col., 2002), como con fluidos (Byrd y col., 1997). En la distensión con fluidos, además de beneficiarse del fenómeno de eliminación del efecto de vacío, también lo hacen del incremento de la presión intracapsular ocasionado por el propio fluido. En nuestro estudio únicamente se pretendía el estudio del efecto de vacío sobre la distracción, por lo que se utilizó aire. Ambos estudios concluyeron que la combinación de la distracción y la distensión articular ocasionaba mayor espacio articular que realizando únicamente la tracción; no obstante, Byrd y colaboradores concluyeron cierta variabilidad en los resultados del efecto de la distensión sobre la distracción articular, debido al reducido número de población en la que realizaron su estudio. Además, Dienst y colaboradores (2002) observaron que la curva descrita por los espacios conseguidos mediante tracción y distensión era inversamente exponencial, mientras que la curva descrita por aquellos espacios originados por tracción, era exponencial, de forma que el espacio conseguido únicamente mediante tracción a fuerzas elevadas era observado con tracción a fuerzas menores si se combinaba con la distensión articular. Esto no pudo evaluarse en nuestro estudio, ya que la distensión con aire se llevó a cabo únicamente con la máxima tracción (200 N). Tras eliminarse la estanqueidad de la articulación mediante la inserción de la aguja, se produjo una reducción de la tensión, tal y como se mostró en el dinamómetro. Por lo tanto, durante la artroscopia es probable que se requieran fuerzas menores, ya que la introducción del instrumental propio de la técnica tiene el mismo efecto sobre el vacío de la articulación.



La flexión en este caso no pudo llevarse a cabo con el distractor colocado. Dienst y colaboradores (2002) en su estudio afirmaron que la flexión podía reducir el espacio articular y poner en riesgo al nervio ciático como consecuencia de la tensión.

En la bibliografía humana existen numerosos artículos sobre la artroscopia de cadera que establecen además de la fuerza utilizada para la distracción, el espacio conseguido. En estos trabajos se observan espacios dentro del rango de 7 a 15 mm. Kelly y colaboradores (2005) y Nord y colaboradores (2010) realizaron la distracción hasta conseguir de 8 a 10 mm y Marchie y Nord y colaboradores (2012) hasta conseguir de 7 a 10 mm, mientras que otros autores aplicaron una distracción mayor: Nusem y colaboradores (2006), Smart y colaboradores (2007) y Martin y colaboradores (2012) describen espacios articulares necesarios de 10 a 12 mm y Flecher y colaboradores (2011) realizaron una distracción de 15 mm.

En nuestro estudio, la aplicación de 80 N dio lugar a un espacio medio de  $8,11 \pm 2,46$  mm, que se encuentra dentro del rango de lo descrito en estudios de medicina humana. Puesto que en la bibliografía consultada de medicina veterinaria no se han encontrado estudios referentes a este aspecto, nos basamos en los estudios de medicina humana y pensamos que es un espacio suficiente para llevar a cabo la artroscopia, sin necesidad de incrementar la fuerza. Además, cómo no se evaluó la eliminación del efecto vacío durante la aplicación de esta fuerza, podemos esperar, tal y como se ha explicado, que al hacerlo se requiera una fuerza menor para conseguir dicha distracción.

Igualmente, se ha descrito en algunos estudios realizados sobre pacientes humanos el uso de bloqueantes neuromusculares, para reducir así la resistencia a la tracción y la fuerza necesaria para la misma (Bushnell y col., 2007; Gédouin y col., 2012; Kelly y col., 2005). Este aspecto no fue valorado en nuestro estudio puesto que fue un estudio experimental en cadáveres.

Según la bibliografía, la mayoría de complicaciones observadas tras la realización de una artroscopia de cadera en el ser humano se producen como consecuencia de la tracción aplicada (Dunlap y col., 2012; Sampson y col., 2001; Smart y col., 2007). La mayor parte son complicaciones de tipo neurológico, es decir, neuropraxias temporales, que remiten posteriormente. Griffin y colaboradores (1999) observaron un 1,6% de complicaciones, de las cuales el 0,8%, es decir, cinco casos

fueron problemas neurológicos. De estos cinco casos, cuatro presentaron una parálisis temporal del nervio ciático y el quinto una parálisis temporal del nervio femoral que remitió en seis horas. Clarke y colaboradores (2003) contabilizaron un total de complicaciones del 1,4%, de las que un 0,48% fueron neuropraxias del ciático y del femoral, todas ellas transitorias. En general, Smart y colaboradores (2007) describen que el porcentaje de complicaciones durante estos procedimientos varía entre 0,5 y 6,4%, de las cuales, la mayor parte son neuropraxias del nervio pudendo, ciático o peroneo. Por otra parte, la compresión producida por el poste o sostén perineal durante la distracción, se ha observado que puede ocasionar también ciertas lesiones a nivel perineal (desgarros vaginales) o sobre el nervio pudendo (Clarke y col., 2003; Mei-Dan y col., 2013; Sampson y col., 2001). Por ello, Mei-Dan y colaboradores (2013) diseñaron un sistema de distracción sin la necesidad de este sostén perineal que utilizaron en 170 individuos, en los que no observaron ninguna complicación en la zona perineal. Otras complicaciones son el daño a los tejidos blandos o lesiones relacionadas con la colocación de una técnica de distracción invasiva, todas ellas ya comentadas anteriormente.

En un intento de reducir las complicaciones asociadas a la distracción, hay autores que recomiendan limitar la fuerza aplicada, como ya se ha comentado en párrafos previos, así como limitar el tiempo de distracción. Por ello, diferentes autores recomiendan una duración de la distracción menor a dos horas (Byrd y col., 2006; Martin y col., 2012; Nord y col., 2010; Sampson y col., 2001), además de relajar la articulación intermitentemente cada cierto tiempo (Sampson y col., 2001). Por otra parte, Griffin y colaboradores (1999) destacan que la baja tasa de incidencia de complicaciones de su estudio puede deberse a la “prueba de tracción”, en la que antes de proceder a la artroscopia observan la tracción que necesitan, de forma que relajan la fuerza mientras se prepara todo y posteriormente se aplica la fuerza de tracción calculada previamente.

En cuanto a posibles complicaciones de tipo vascular en un estudio donde monitorizan el flujo sanguíneo durante la distracción de cadera, se ha observado una reducción del mismo en la vena poplítea, y en algunos de los casos también presentaron la reducción del flujo sanguíneo en la vena femoral. Sin embargo, esta reducción volvió al estado normal en cuanto cesó la tracción (Martin y col., 2012).

Con respecto a las técnicas de distracción invasivas en la cadera, no hay

descritas hasta la fecha en la bibliografía consultada, complicaciones relativas a la invasividad (fracturas, rotura de agujas, infección...). Bushnell y colaboradores (2007) emplearon un distractor que se fijó a la extremidad con una aguja de 2-2,4 mm de diámetro en el fémur distal y no supuso complicación alguna por ello; es más, afirma que la técnica permitía la flexión de la rodilla, por lo que se minimizó la tensión sobre el nervio ciático. Por otra parte, Flecher y colaboradores (2011) describieron un distractor que se fija a la extremidad con cuatro agujas roscadas, dos en acetábulo y dos en fémur, de 5-6 mm de diámetro y afirmaron que el uso de estas agujas de gran diámetro no provocó ningún tipo de complicación. En nuestro estudio tampoco se observaron complicaciones relacionadas con la colocación de la aguja en fémur distal.

Para poder evaluar el daño a ligamentos y a otros tejidos blandos periarticulares se llevó a cabo el cálculo del IN e ID de la cadera antes y después del procedimiento. El ID ha sido definido por diversos autores como herramienta útil para el diagnóstico de la laxitud articular (Flückinger y col., 1999; Kapatkin y col., 2004; Runge y col., 2010).

En este estudio se observaron diferencias estadísticamente significativas en estos índices antes y después de la distracción, resultando los índices mayores tras la misma, por lo que asumimos que hubo daño en los tejidos blandos periarticulares, puesto que la distracción provocó un incremento de la laxitud articular. Se ha descrito la medición de niveles de creatinfosfoquinasa como marcador del daño a los tejidos blandos tras procedimientos quirúrgicos en el ser humano; sin embargo, en un estudio sobre la artroscopia de cadera se midió encontrando niveles variables y se observó su independencia con respecto al tiempo de duración del procedimiento, al índice de masa corporal y a la valoración del dolor (Martin y col., 2012). En medicina veterinaria no existen estudios acerca de marcadores que predigan la lesión de tejidos blandos. El posible daño a los tejidos blandos se ha producido tras la aplicación de una distracción con 200 N, por lo que la reducción de la misma es necesaria.

Por último no se encontró correlación alguna entre el IMC y la distracción obtenida en los animales de nuestro estudio. Esto tampoco ha sido descrito previamente en estudios de medicina humana, ni veterinaria.

### 6.2.3. RODILLA

Numerosos estudios describen el uso de la artroscopia en el diagnóstico y tratamiento de múltiples lesiones en la rodilla en el ser humano, pero no son muchos los que han estudiado o empleado técnicas de distracción para llevarla a cabo (Jakob y col., 1988; Kurtz y col., 2006). Sí se ha descrito el uso de la distracción de la rodilla como tratamiento para evitar la colocación de prótesis en casos de osteoartritis severas. En este estudio observaron que la distracción durante dos meses hacía que aumentara el grosor del cartílago articular reduciéndose las áreas afectadas (Intema y col., 2011).

Por su parte, en medicina veterinaria existen pocos estudios que emplean la distracción durante la artroscopia (Böttcher y col., 2009; Gemmill y col., 2009). En estos estudios la distracción se ha visto que facilita la visualización de estructuras, y por tanto el diagnóstico, facilitando también las técnicas de tratamiento. La visualización de algunas estructuras articulares durante la artroscopia de rodilla en pequeños animales puede resultar complicada, puesto que es un espacio estrecho que en su parte anterior está ocupado por la grasa infrapatelar; por ello, aunque el uso de la distracción no está extendido, sí está estandarizado el uso del sinoviotomo o “*shaver*” y la electrocauterización (Beale y col., 2003). Por otra parte, en casos de osteoartritis crónicas, la presencia de fibrosis y engrosamiento capsular puede dificultar aún más el procedimiento. Además, en un estudio realizado en medicina humana llevaron a cabo la resección de la grasa infrapatelar en una sinovectomía realizada durante una artroplastia total de rodilla, encontrando algunas complicaciones: ciertas molestias, restricción del movimiento articular y debilidad en el M. cuádriceps. Aunque estas complicaciones pueden estar asociadas a otros factores, no descartan que la resección de la grasa infrapatelar pueda influir (Tanaka y col., 2003).

Los animales incluidos en los dos estudios de rodilla que aquí se presentan (estudio general y específico) fueron perros de razas mediana y grande, ya que se ha observado que, aunque son muchos los factores que afectan a ello (edad, sexo, condición corporal) (Adams y col., 2011; Witsberger y col., 2008), las razas grandes y gigantes están más predispuestas a padecer de rotura de ligamento cruzado craneal (Witsberger y col., 2008), por lo que pensamos, están más predispuestas también a las artroscopias de rodilla. La rotura del ligamento cruzado anterior en los perros es la causa más común de las cojeras en el miembro posterior (Comerford y col., 2006) y la

artroscopia puede resultar de gran utilidad no sólo para el diagnóstico, sino también para detectar y tratar cualquier lesión meniscal producida como consecuencia de la rotura ligamentosa.

Los animales se colocaron en decúbito dorsal, la misma posición que se emplea durante la artroscopia, para así simular la situación real en la que la distracción puede ser utilizada para facilitar esta cirugía.

Se produjo un incremento en el espacio articular cuando se aplicaron las fuerzas distractoras. Este incremento se hacía visible en las dos localizaciones seleccionadas para realizar las medidas, por lo que puede mejorar la visualización articular y facilitar el tratamiento de lesiones intraarticulares. Se han observado ciertas dificultades en la valoración del menisco medial (Pozzi y col., 2008), cuya lesión ha sido descrita como complicación común durante la rotura del ligamento cruzado craneal en el perro, dependiente de diferentes factores: duración de la cojera, raza, peso y tipo de la rotura (parcial o completa) (Hayes y col., 2010; Wolf y col., 2012). Se ha observado que mediante artrotomía puede ocurrir que no se observen correctamente lesiones meniscales, pudiéndose realizar falsos diagnósticos (Wolf y col., 2012). Actualmente se han descrito en la cirugía veterinaria técnicas de reparación meniscal, que aunque todavía no se realicen de forma rutinaria (Thieman y col., 2010), la distracción de la rodilla puede resultar una buena técnica para facilitarlas.

### **6.2.3.1. Estudio general**

Durante este estudio el incremento de L fue estadísticamente significativo con cada fuerza aplicada hasta 120 N; seguidamente no se observó un incremento estadísticamente significativo al aplicar 160 N, pero sí se vió de nuevo con 200 N. Estos incrementos fueron muy similares entre sí en cada una de las fuerzas aplicadas. Sin embargo, M sí se aumentó con todas y cada una de las fuerzas aplicadas. El mayor incremento en el espacio articular medido en el punto medial, fue tras la primera fuerza de distracción (40 N), cuando el valor medio del incremento resultó ser 0,52 mm. Posteriormente, los incrementos en el espacio articular parecieron disminuir progresivamente conforme se aplicaban fuerzas mayores, hasta 200 N, donde se observó un incremento medio de 0,13 mm respecto al espacio existente con 160 N. Esto puede explicarse por la tensión progresiva que experimentan los tejidos blandos cuando la distracción es aplicada. La aplicación de fuerzas mayores provocó además

el doblamiento de las agujas; esto ya fue descrito en el estudio de Theken y colaboradores (1992) sobre la distracción en el tobillo, donde observaron que fuerzas mayores no incrementaban el espacio articular, mientras que sí observaban que las agujas se doblaban. Asimismo, como consecuencia de la tensión ya ejercida sobre los tejidos blandos circundantes, una distracción mayor no es posible, por lo que la fuerza aplicada provoca el doblamiento de las agujas. En este estudio se notó un ligero doblamiento de las agujas en algunos casos, prácticamente insignificante a simple vista. Esto se hizo algo más evidente conforme se aplicaban las fuerzas más elevadas, aunque no fue valorado objetivamente.

Una vez se aplicó la fuerza máxima (200 N), se llevó a cabo el movimiento de flexión en la articulación para valorar si era posible realizarlo con el distractor colocado, puesto que esta maniobra puede resultar de utilidad durante la artroscopia. La flexión de la rodilla se pudo llevar a cabo junto con la distracción a 200 N, aunque se observó cierto grado de resistencia como consecuencia de la tensión sobre los tejidos blandos. Esta tensión seguramente sea menor con fuerzas más bajas, pero no se comprobó experimentalmente. Una vez se aplicaron 200 N de fuerza, se evaluaron los efectos de la flexión y el aire sobre el espacio articular.

La introducción de aire supuso un incremento estadísticamente significativo en el espacio articular en los dos puntos donde se realizaron las mediciones (M y LI), en comparación con el espacio observado durante la aplicación de 200 N, sin aire. El valor medio de M se incrementó un 9,61% con respecto al espacio conseguido a los 200 N, sin aire, mientras que L se aumentó en un 5,17%. Además, en este caso la introducción de aire también provocó una reducción de la fuerza necesaria para mantener la distracción, tal y como se mostró en el dinamómetro. Los estudios sobre el uso de la distracción en la rodilla en el ser humano o en el perro no describen este suceso, pero sí está descrito en los dos estudios ya comentados sobre la distracción de la cadera en el ser humano. En ellos se concluye que la combinación de la tracción y la distensión consigue un mayor espacio articular con fuerzas menores que realizando únicamente la tracción, por lo que se pueden reducir las fuerzas aplicadas (Byrd y col., 1997; Dienst y col., 2002). Una vez más, en este estudio, al igual que en las articulaciones ya descritas, hemos empleado aire para realizar la distensión, puesto que pretendíamos valorar el simple efecto de eliminar el vacío de la articulación, sin la suma de la presión positiva que ejercería la introducción de fluido.

### **6.2.3.2. Estudio específico**

En este estudio L fue incrementándose con cada fuerza aplicada, hasta los 200 N. Estos incrementos, al igual de lo ocurrido en este mismo punto, en el estudio general, fueron similares entre sí, independientemente de las fuerzas aplicadas, variando entre 0,14 y 0,20 mm. M también experimentó un aumento con todas y cada una de las fuerzas aplicadas. No obstante, el mayor incremento en el espacio articular en este punto fue tras la primera fuerza de distracción (40 N), cuando el valor medio del incremento resultó ser 0,48 mm. Esto también se ha observado en el estudio general, tal y como se ha explicado previamente. Posteriormente, los incrementos en el espacio articular en este punto parecieron disminuir progresivamente conforme se aplicaban fuerzas mayores, hasta 160 y 200 N, donde se observó un incremento medio de 0,22 mm respecto al espacio obtenido con 120 y 160 N, respectivamente. La aplicación de fuerzas mayores también provocó en este estudio el doblamiento de las agujas.

La distensión articular en este segundo estudio se llevó a cabo mediante suero salino fisiológico, aplicado con cada una de las fuerzas distractoras utilizadas. Este procedimiento produjo un mayor espacio articular valorado en los dos puntos establecidos, en comparación con el espacio obtenido únicamente tras la distracción, en la mayoría de las fuerzas aplicadas. Esto probablemente es debido no sólo a la eliminación del fenómeno de vacío, sino también a la presión positiva intraarticular ejercida por la introducción del fluido (Dienst y col., 2002), tal y como ocurriría durante las cirugías artroscópicas. Al igual de lo descrito para el procedimiento de distracción, los incrementos de los espacios articulares en el punto lateral tras la combinación de los dos efectos fueron similares entre sí en todas las fuerzas aplicadas. Estos incrementos variaron de 0,14 a 0,24 mm, observándose el mayor de ellos tras los 200 N. El espacio articular conseguido en el punto medial tras la distracción y distensión también aumentó con cada fuerza aplicada, pero en este caso el mayor incremento se observó tras la aplicación de 40 N, al igual que con la distracción. Este incremento resultó ser de 0,42 mm. Posteriormente los incrementos observados fueron reduciéndose progresivamente hasta los 120 y 160 N, donde no resultaron significativos estadísticamente, para luego incrementarse, ya que la fuerza de 200 N más la distensión produjo un incremento algo mayor (0,24 mm).

Por lo tanto, el hecho de romper el sellado articular e inyectar fluido en el interior de la articulación supuso la obtención de espacios algo mayores que sólo con la

tracción. Esto ya se ha descrito en dos estudios de medicina humana realizados sobre la cadera. En ellos se concluye que la combinación de la tracción y la distensión consigue un mayor espacio articular con fuerzas menores, que realizando únicamente la tracción, por lo que se pueden reducir las fuerzas aplicadas (Byrd y col., 1997; Dienst y col., 2002). Dienst y colaboradores establecen que este efecto ya se observa al romper el sellado articular con aire, sin la necesidad de inyectar fluido; de esta manera se evita el efecto de la presión positiva causada por la introducción del fluido. Esto ocurre debido a que las presiones intraarticular y atmosférica se igualan, desapareciendo así el efecto de vacío. Sin embargo, Byrd y colaboradores afirmaron que la distensión podría tener un efecto variable sobre la distracción articular, como consecuencia del pequeño número muestral de su estudio.

En cualquier caso, la eliminación del efecto de vacío que se consigue con la introducción del material de artroscopia y la introducción de suero en la articulación durante la misma, permite reducir la fuerza necesaria para conseguir un espacio articular adecuado. Por lo tanto, como el mayor incremento se produjo en el punto medial al aplicar la primera fuerza (40 N), es posible que una tracción de 40 N junto con el efecto de la distensión sea suficiente para poder visualizar el menisco medial, que es la estructura que más frecuentemente se lesiona en la rotura del ligamento cruzado craneal en los perros (Hayes y col., 2010).

La diferencia de comportamiento de M y L tanto con la distracción como con la distracción y distensión se puede explicar como consecuencia de la tensión progresiva ejercida por los tejidos blandos al aplicar la distracción. Basándonos en esta observación, se podría decir que los tejidos blandos del lado medial sufren mayor tensión que en el lado lateral, donde los incrementos del espacio articular fueron similares para cada fuerza, sin seguir un patrón de aumento o disminución. Sin embargo, no hay estudios que describan este hallazgo.

Como ya se ha comentado, la distracción articular puede provocar ciertas complicaciones derivadas de la propia distracción o bien de la compresión en caso de distractores no invasivos o de la colocación de agujas en distractores invasivos. Kurtz y colaboradores (2006) emplearon un distractor invasivo mediante una aguja en fémur y una aguja en tibia para realizar trasplante meniscal en una serie de pacientes humanos y no hicieron ninguna referencia a complicaciones; por el contrario, concluyen que es una técnica adecuada para el procedimiento. Gemmill y colaboradores (2009) analizaron el uso de un distractor intraarticular en 10 rodillas de



seis cadáveres de perros y observaron que en algunos casos la colocación del distractor pudo haber ocasionado ciertas lesiones a nivel del cartílago articular. Por su parte, la única complicación relativa a la distracción invasiva que observaron Böttcher y colaboradores (2006) fue la colocación intraarticular de las agujas; no obstante, esta complicación es evitable, realizando su colocación de forma cuidadosa. No observaron ninguna otra complicación relativa al uso del distractor que describen, el cual se fija a la extremidad del paciente mediante dos agujas de rosca negativa de 3 mm de diámetro. En nuestros estudios tampoco observamos complicaciones derivadas de la distracción invasiva: no se produjo rotura de las agujas, ni fracturas, ni pérdida de tejido óseo.

El daño a tejidos blandos fue evaluado mediante la valoración de la laxitud articular. No se observaron diferencias estadísticamente significativas entre las radiografías obtenidas previamente a la distracción y aquellas posteriores a la misma en ninguno de los dos estudios realizados. Mientras que en otras articulaciones se ha estudiado la forma de reducir las complicaciones asociadas a la distracción, esto no es el caso de la rodilla, donde apenas existen estudios acerca de la distracción. No obstante, para evitar complicaciones se debe reducir la cantidad de fuerza empleada, en la medida de lo posible. En estos dos estudios de rodilla se ha observado que el uso de la fuerza mínima (40 N), provoca un incremento considerable en el punto medial del espacio articular, que junto a la distensión provocada por la introducción del material y de fluidos durante la artroscopia, puede resultar suficiente para el procedimiento. Además, tal y como ya se ha comentado, hay estudios realizados en la cadera, donde recomiendan la limitación del tiempo de distracción (Byrd y col., 2006; Martin y col., 2012; Nord y col., 2010; Sampson y col., 2001), realizar la distracción de forma intermitente (Sampson y col., 2001), o bien hacer una prueba previa (Griffin y col., 1999).

Por último, no se encontró correlación entre el IMC de los animales utilizados y la cantidad de distracción conseguida en ninguno de los estudios realizados en la rodilla. Según la bibliografía consultada, esta relación tampoco ha sido descrita en ningún estudio previo.

## 6.2.4. ARTICULACIÓN TIBIOTARSAL

La artroscopia se ha convertido en una técnica de gran utilidad para el diagnóstico y tratamiento de diferentes lesiones en el tobillo del ser humano y en la articulación tibiotalar en el perro. Sin embargo, su pequeño espacio hace que la artroscopia de la articulación tibiotalar sea una técnica exigente y complicada. El desarrollo de nuevo instrumental de pequeño diámetro (1,9 a 4 mm) lo permite.

En el ser humano se han desarrollado diferentes técnicas de distracción, invasivas y no invasivas, cuyo uso se justifica para conseguir mayores espacios de trabajo en el interior de las articulaciones y para conseguir una buena visualización de las estructuras (Aydin y col., 2006; Beals y col., 2010; Kim y col., 2012; Lozano-Calderón y col., 2012; Nickisch y col., 2012; Theken y col., 1992; Yates y col., 2010; Young y col., 2011; Zengerink y col., 2012). Sin embargo, en medicina veterinaria hay pocos estudios que describan el uso de la distracción para llevar a cabo artroscopias y no hemos encontrado evidencias de su uso en la articulación tibiotalar en la bibliografía consultada, de forma que no hay referencias sobre la seguridad de la misma sobre esta articulación.

Los animales incluidos en este estudio fueron animales de razas media y grande. Una de las principales indicaciones de la artroscopia tibiotalar durante las últimas décadas ha sido el tratamiento de la osteocondrosis (Cook y col., 2001; Gielen y col., 2002; Miller y col., 2008; Schulz y col., 2012), que se ha descrito que afecta más frecuentemente a animales jóvenes, de razas grandes y de crecimiento rápido (Fitch y col., 1998).

La posición para realizar una artroscopia en la articulación tibiotalar puede ser en decúbito dorsal, ventral o en lateral, dependiendo del portal de acceso; sin embargo, en este estudio únicamente se colocaron en decúbito dorsal, para poder llevar a cabo el estudio radiológico de forma adecuada, aunque el distractor también puede utilizarse en decúbito ventral y lateral, para los accesos caudales.

El uso de la distracción en este estudio provocó un incremento estadísticamente significativo de la medida en el punto medial de la articulación, con cada una de las fuerzas aplicadas. Aunque se observaron algunas variaciones entre las articulaciones incluidas, en general el aumento de M fue estadísticamente significativo y se hacía menor conforme se aplicaban fuerzas mayores, tal y como se

muestra en la representación gráfica del apartado de resultados. Se ha descrito en un artículo de medicina humana que fuerzas de distracción elevadas ( $>135$  N) no incrementaron más el espacio articular, como consecuencia del doblamiento de las agujas y la pérdida de tejido óseo (Theken y col., 1992).

En nuestro estudio el incremento en el espacio articular se observó también con las fuerzas más elevadas (hasta 200 N), aunque éste era menor que el conseguido con fuerzas menores. Nosotros pensamos que el menor aumento del espacio es debido a la tensión de los tejidos circundantes. Sin embargo, observamos que ya tras la primera fuerza de distracción, hubo agujas que dejaron de ser totalmente rectas en algunos casos, ya que se emplearon agujas de pequeño diámetro (1,5 mm) que pueden doblarse ligeramente con fuerzas bajas. Asumimos que esto no conlleva ningún problema, ya que no se observaron áreas radiolúcidas en el hueso alrededor de las agujas. Sin embargo, no podemos confirmar que fuerzas mayores ( $>200$  N) no produzcan pérdida de hueso, ya que no fueron evaluadas. Kim y colaboradores (2012) describen el uso de la distracción invasiva mediante una aguja en la tuberosidad del calcáneo con una fuerza de tracción de 135 N en el paciente humano.

El espacio articular observado en el lado medial tras la aplicación de la fuerza máxima fue casi el doble del espacio inicial, ya que en ausencia de fuerzas el espacio era 0,61 mm, mientras que se convirtió en 1,21 mm tras la máxima distracción. El mayor aumento se evidenció con la primera fuerza de distracción, puesto que significó un aumento del 29,51% con respecto al espacio inicial. En el punto lateral el incremento en el espacio articular fue menor que en el punto medial. Con 200 N el espacio aumentó un 80% (0,44 mm) en comparación con el espacio inicial. Al igual que en el lado medial, el mayor incremento de L se observó tras aplicar 40N, lo cual produjo un incremento del 29,09% del espacio inicial. Sin embargo, con fuerzas mayores la gráfica del espacio articular fue diferente a la del punto medial, puesto que los incrementos fueron menores y similares entre sí en el lado lateral. El menor incremento del espacio articular conseguido fue cuando se aplicó una fuerza de 80 N, que aunque provocó un aumento medio del 10,9% del espacio articular inicial, no resultó estadísticamente significativo. Con la excepción de la carga de 80 N, se observaron incrementos en el espacio articular con cada una de las fuerzas aplicadas, hasta 200 N, aunque la tensión sufrida por los tejidos blandos puede ser también la razón de incrementos menores a partir de los 40 N. Theken y colaboradores (1992) midieron un espacio articular máximo de 4,7 mm. En nuestro estudio realizamos las mediciones

sobre radiografías, por lo que no podemos hablar de espacios totales absolutos, sino que únicamente podemos saber que se incrementa el espacio observado, pudiendo alcanzar el doble del espacio inicial en el lado medial, mientras que en el lado lateral el aumento fue del 80%.

Se llevó a cabo la flexión de la articulación mientras el distractor estaba colocado a 200 N para comprobar si se podía llevar a cabo, ya que esta maniobra puede resultar útil durante la realización de una artroscopia. La flexión se pudo realizar, aunque con cierto grado de resistencia como consecuencia de la tensión en los tejidos blandos, que probablemente disminuyera con fuerzas menores. En medicina humana, De Leeuw y colaboradores (2010) concluyeron que durante la dorsiflexión del tobillo se creaba una mayor zona de trabajo anterior que consideraron segura, en comparación con el procedimiento de distracción. En nuestro estudio no hemos valorado el espacio articular durante la flexión.

La introducción de aire en la articulación supuso la eliminación del efecto de vacío intraarticular, lo cual se produce durante la artroscopia al introducir el propio artroscopio y el instrumental necesario. En este estudio la inyección de aire provocó un incremento estadísticamente significativo en M, aunque no fue así en L. La inyección de aire indujo un incremento medio del 10,74% en el punto medial, en relación con el espacio obtenido mediante una tracción de 200 N. Como ya se ha comentado, se ha descrito una reducción en las fuerzas de tracción necesarias al realizar esto durante la distracción de cadera en un estudio de medicina humana (Dienst y col., 2002). Sin embargo, en nuestro caso, no observamos una reducción de la fuerza en el dinamómetro tras romper el efecto de vacío en esta articulación.

La distracción articular de la articulación tibiotalar no está exenta de complicaciones. Aunque ya se ha comentado que las técnicas de distracción invasivas pueden causar más complicaciones (infección, fracturas, rotura de agujas, daño neurovascular), también hemos registrado que las técnicas no invasivas tampoco están exentas de complicaciones de tipo neurológico. Así, Ferkel y colaboradores (1996) observaron una tasa total de complicaciones del 9% en un estudio donde utilizaron tanto la distracción invasiva, como la no invasiva en el tobillo. La mayoría de las complicaciones fueron de tipo neurológico y no encontraron diferencias estadísticamente significativas entre los dos tipos de distracción, por lo que ninguno de ellos provocó más complicaciones que el otro. Más recientemente, Young y

colaboradores (2011) han utilizado la distracción no invasiva en un estudio, en el cual consiguieron reducir la tasa de complicaciones derivadas de la distracción a un 6,8%; no obstante, esta reducción fue únicamente de complicaciones no neurológicas, puesto que siguieron manteniendo un nivel elevado de complicaciones neurológicas derivadas de la distracción (alrededor del 80%). Por otra parte, Beals y colaboradores (2010) utilizaron la distracción invasiva en 14 pacientes a los que se les practicó una artroscopia posterior y no tuvieron ninguna complicación asociada a la metodología de distracción. Zengerink y colaboradores (2012) realizaron un estudio sobre las complicaciones tras la artroscopia en el tobillo, en el cual utilizaron la distracción no invasiva de forma intermitente en 1305 procedimientos y describieron un 3,5% de complicaciones, de las que el 1,9% fueron de tipo neurológico. Estos autores atribuyen la baja tasa de complicaciones al uso de la distracción de forma intermitente, reduciéndose así el tiempo de distracción y a la puesta en práctica de la dorsiflexión para proceder a la artroscopia. Nickisch y colaboradores (2012) describen las complicaciones encontradas tras 189 artroscopias de tobillo, en algunas de las cuales no emplearon distracción, en otras utilizaron distracción no invasiva y en otras distracción mínimamente invasiva mediante la colocación de una aguja en el calcáneo. En este estudio no encontraron complicaciones intraoperatorias relativas a la invasividad, como fracturas o rotura del instrumental, aunque sí observaron 16 complicaciones postoperatorias (8,5%), de las que el 44% fueron de tipo neurológico, mientras que el resto fueron dos casos de infecciones postoperatorias, cuatro casos de rigidez del tendón de Aquiles, un caso con un quiste y dos casos con el síndrome de dolor regional complejo.

En medicina veterinaria no hay trabajos que analicen la cantidad de tracción que se puede aplicar al tarso de los perros, ni sobre las complicaciones asociadas a la distracción sobre la articulación tibiotarsal. En nuestro estudio, no se pudo valorar el daño neurológico, pero sí se valoró el daño a ligamentos y el daño al tejido óseo como consecuencia de la colocación de las agujas, no encontrándose evidencia alguna de lesión tras la valoración de la laxitud mediante radiografías. Sin embargo, una tracción de 80 N provocó un incremento del 50% con respecto al espacio inicial en el lado medial y, aunque no fue significativo en el lado lateral, en éste ya se consigue el mayor incremento con 40 N, de forma que estos espacios pueden resultar suficientes, no siendo necesario incrementar la fuerza de tracción, lo cual supondría un mayor riesgo de complicaciones.

Por último, tampoco se observó en esta articulación una correlación entre la cantidad de espacio obtenido y el IMC de los animales.



## ***7. CONCLUSIONES***





## **7. CONCLUSIONES**

Una vez revisada la bibliografía y analizados los resultados, las conclusiones finales de este trabajo son las siguientes:

1. La distracción articular se presenta como una técnica que puede facilitar la artroscopia, reducir el daño iatrogénico e incrementar la visualización de las estructuras durante la artroscopia.
2. La técnica de distracción articular invasiva mediante estribos de tracción que se describe en este estudio es factible técnicamente, puesto que se puede realizar de forma fácil, sistemática y aséptica durante la preparación para el procedimiento quirúrgico. Además, es una técnica que delimita la distracción a la articulación objeto de estudio, sin actuar sobre otras articulaciones o tejidos blandos.
3. La distracción mediante estribos de tracción provocó incrementos estadísticamente significativos del espacio articular en todas las articulaciones estudiadas ( $P < 0,05$ ). El hombro, la rodilla y la articulación tibiotarsal experimentaron el máximo incremento en el espacio articular con la aplicación de la fuerza mínima (40 N), mientras que en la cadera el mayor incremento se observó tras la aplicación de 80 N de tracción.
4. Durante el procedimiento de distracción pudo llevarse a cabo la flexión en las articulaciones del hombro, la rodilla y la articulación tibiotarsal, mientras que no se pudo en la cadera.
5. La introducción de aire para eliminar el “*efecto de vacío*” intraarticular provocó el incremento del espacio en todas las articulaciones estudiadas, en comparación con aquel observado tras la aplicación de 200 N. Así, en el hombro supuso un incremento del 23,65%, 23,98% y 28,72% en los tres puntos establecidos (craneal, medio y caudal, respectivamente), en la cadera significó un aumento del 9,28%, en la rodilla un 9,61% y 5,17 % en el punto medial y lateral respectivamente, y en el tarso supuso un incremento del

## Conclusiones

- 10,74% en medial, mientras que no resultó significativo estadísticamente en lateral.
6. La introducción de aire provocó una reducción en la cantidad de fuerza necesaria para conseguir una distracción determinada, tal y como se observó en el dinamómetro, como consecuencia de la reducción de la resistencia. Este efecto se observó en el hombro, la cadera y la rodilla, pero no fue así en la articulación tibiotarsal.
  7. La distensión mediante la introducción de fluido en la rodilla supuso un incremento en el espacio articular en relación con el espacio obtenido únicamente con la distracción. Se observaron diferencias estadísticamente significativas ( $P < 0,05$ ) entre los dos procedimientos (distracción vs distracción-distensión) en los dos puntos de medición.
  8. No se observaron alteraciones en la laxitud articular después de aplicar la distracción en el hombro, la rodilla y la articulación tibiotarsal, por el procedimiento descrito. Sin embargo, sí se evidenciaron diferencias estadísticamente significativas ( $P < 0,05$ ) en los índices neutro y de distracción de la cadera tras realizar el procedimiento de distracción.
  9. Aunque no se observó complicación alguna en el hombro, la rodilla y la articulación tibiotarsal, es necesario reducir las fuerzas de tracción para evitar su aparición; por ello, 40 N pueden resultar suficientes para conseguir un espacio articular adecuado para la artroscopia. Sin embargo, en la cadera la fuerza mínima no produjo un gran incremento, por lo que es necesario el uso de una fuerza mayor. En este estudio 80 N produjeron un incremento del espacio importante. No obstante, es necesario un estudio posterior puesto que en la cadera se observaron alteraciones en la laxitud, que no se pudo determinar a qué grado de fuerza se debieron.
  10. Y última, puesto que este es un estudio en cadáveres, no se pudieron evaluar los daños neurovasculares debidos a la distracción, por lo que se recomienda la realización de estudios posteriores sobre este aspecto, utilizando las fuerzas que en este estudio se ha considerado producen un espacio adecuado para la artroscopia.

## ***8. RESUMEN***



## **8. RESUMEN**

### **8.1. INTRODUCCIÓN**

Los problemas articulares pueden causar una reducción de la funcionalidad en los pequeños animales, disminuyendo así su capacidad de poder llevar una vida normal o de cumplir cualquier tarea en el caso de los perros de trabajo. Las articulaciones de las extremidades son aquellas que permiten el movimiento normal en el perro y proporcionan estabilidad al cuerpo, de forma que cualquier alteración que afecte a estas articulaciones puede derivarse en un movimiento anormal y reducir la calidad de vida del animal.

Este tipo de problemas están actualmente incrementando en el ser humano y en los pequeños animales, como consecuencia de los avances de la medicina y de la mayor esperanza de vida (Piermattey y col., 2006).

Durante mucho tiempo, el tratamiento de las patologías articulares ha estado basado en la realización de artrotomías, sin embargo, el desarrollo de la artroscopia ha permitido la visualización y la magnificación de las estructuras articulares sin la necesidad de llevar a cabo grandes incisiones. La artroscopia es una técnica mínimamente invasiva que reduce el riesgo de provocar una movilidad articular anormal, así como de provocar daño iatrogénico articular (Qin-wei y col., 2010), reduciendo la morbilidad y permitiendo la rápida rehabilitación (Frank y col., 1989; Oloft y col., 2001; Zengerink y col., 2012). Sin embargo, la artroscopia puede presentar ciertas complicaciones o daño iatrogénico a las estructuras articulares, debido al estrecho espacio articular en algunos casos. Además, como consecuencia de este pequeño espacio articular, la visualización de las estructuras en algunas situaciones puede resultar un reto para el cirujano, pudiéndose pasar por alto alguna lesión. Para evitar estas complicaciones, se han elaborado técnicas de distracción articular. El objetivo de estas técnicas es separar las superficies articulares mediante fuerzas de tracción, consiguiendo así un espacio articular mayor. Este mayor espacio articular puede facilitar el procedimiento artroscópico, la visualización de las estructuras y el manejo del instrumental en el interior articular, reduciendo el riesgo de generar daño en el cartílago articular como consecuencia del instrumental (Theken y

col., 1992; Dienst y col., 2002).

La presión en el interior de las articulaciones es ligeramente subatmosférica, presentando ciertas variaciones entre especies, articulaciones y movimientos (Simkin y col., 1995). Esta “presión negativa” estabiliza las articulaciones, de forma que la eliminación del “efecto de vacío” en el interior articular (Byrd y col., 1997; Dienst y col., 2002), reduce la magnitud de las fuerzas necesarias para la distracción.

En medicina humana existen varios estudios que describen el uso de técnicas de distracción articular en el hombro (O'Brien y col., 1997; Hoenecke y col., 2004; Correa y col., 2008), codo (Takahashi y col., 2000), muñeca (Davies y col., 2008), cadera (Flecher y col., 2011; Gédouin y col., 2012), rodilla (Jakob y col., 1988; Kurtz y col., 2006) y tobillo (Theken y col., 1992; Aydin y col., 2006; Beals y col., 2010; Young y col., 2011). Sin embargo, en pequeños animales pocos estudios describen el uso de este tipo de técnicas para llevar a cabo procedimientos artroscópicos (Schulz y col., 2004; Böttcher y col., 2009; Gemmill y col., 2009).

No obstante, las técnicas de distracción articular deben emplearse de forma controlada, puesto que se han descrito daños en tejidos blandos y en estructuras neurovasculares relacionadas a la distracción (Theken y col., 1992; Dienst y col., 2002; Bushnell y col., 2007; Young y col., 2011). Además, las técnicas de distracción invasivas pueden provocar otras complicaciones derivadas de la técnica, como son fracturas, doblamiento o rotura de las agujas, infecciones y pérdida de hueso (Aydin y col., 2006; Kim y col., 2012).

Algunos estudios de medicina humana describen procedimientos para evitar este tipo de complicaciones, como son la limitación de las fuerzas distractoras empleadas o del período de tiempo que deben ser aplicadas a cada articulación (Theken y col., 1992; Sampson y col., 2001; Nord y col., 2010; Martin y col., 2012). Por otra parte, debe tenerse en consideración la condición fisiológica de cada articulación, por ejemplo, una cadera displásica necesita menores fuerzas para conseguir una distracción, en comparación con una cadera normal (Sampson y col., 2001). En medicina veterinaria no se han encontrado referencias relativas a las fuerzas distractoras que pueden emplearse o a los espacios obtenidos mediante esta técnica.

## **8.2. OBJETIVOS**

El objetivo de este estudio es evaluar una nueva técnica de distracción articular mediante estribos de tracción en el perro. Así, esta investigación trata de dar respuesta a los siguientes objetivos:

1. Evaluar la viabilidad técnica y eficacia de una técnica de distracción articular mediante estribos de tracción en el perro, para facilitar los procedimientos artroscópicos en las articulaciones de hombro, cadera, rodilla y tarso.
2. Valorar la cantidad de distracción obtenida en las articulaciones mencionadas, en función de la fuerza aplicada.
3. Evaluar el efecto que produce la flexión sobre el espacio articular conseguido durante la distracción en el hombro.
4. Evaluar el efecto que tiene la distensión mediante la introducción de aire intra-articular en las articulaciones objeto del estudio.
5. Evaluar el efecto que produce la distensión mediante la introducción de fluido intraarticular en la rodilla.
6. Valorar los posibles daños a los tejidos blandos articulares que puedan originarse como consecuencia del procedimiento de distracción.
7. Estudiar la existencia de una correlación entre el índice de masa corporal y la cantidad de distracción obtenida.

## **8.3. MATERIAL Y MÉTODOS**

Para llevar a cabo esta valoración, se realizó un estudio general sobre 20 articulaciones de cada tipo (hombro, cadera, rodilla y articulación tibiotarsal), aplicándose diferentes fuerzas de tracción. Al utilizarse fuerzas de tracción elevadas, este estudio se presenta como experimental, basado en cadáveres.

Antes de realizar el procedimiento de distracción, las articulaciones incluidas en el estudio fueron valoradas radiológicamente para comprobar que no presentaban ninguna alteración. A continuación se obtuvieron proyecciones radiológicas en estrés.



Seguidamente, se aplicó la distracción con fuerzas de 40 a 200 N, en incrementos de 40 N, tras cada una de las cuales se obtuvo una imagen digital. Se llevó a cabo la flexión de las articulaciones con el distractor colocado para valorar la posibilidad de realizar esta maniobra y, en el caso del hombro, se realizó una nueva imagen digital. Tras ello, se introdujo aire en el interior de las articulaciones para valorar el efecto de la distensión con aire sobre la distracción.

Tras la distracción, se obtuvieron nuevamente proyecciones radiológicas en estrés para valorar cambios en la laxitud articular mediante la comparación de estas imágenes con aquellas hechas antes de la distracción.

Tras esta valoración, se llevó a cabo un nuevo estudio únicamente en el caso de la rodilla, en el cual se valoró, además de la distracción articular, el efecto que tenía la distensión con fluido sobre la distracción conseguida. El resto de la metodología fue la misma a la ya descrita.

## **8.4. RESULTADOS**

Los perros incluidos tanto en el primer estudio como en el segundo estudio realizado en la rodilla fueron de razas medianas y grandes, con una altura a la cruz que variaba en el rango 0,56-0,75 m y un peso entre 18,5 y 39 Kg. El IMC de todos los animales se encontraba en el rango de 31,34- 63,71. Algunas articulaciones fueron descartadas del estudio por presentar problemas ortopédicos, de forma que 20 articulaciones de 14 animales fueron incluidas en el primer estudio, mientras que otras 20 articulaciones fueron incluidas de 12 animales diferentes. No se encontró relación alguna entre el espacio articular obtenido en cada una de las distracciones y el índice de masa corporal de los animales.

### **8.4.1. HOMBRO**

Durante la distracción del hombro, los animales se colocaron en decúbito lateral. El ángulo formado entre la escápula y el húmero se evaluó en cada una de las distracciones, resultando ser similar durante el procedimiento completo de distracción. El espacio articular fue medido en tres puntos de la articulación, mostrando un

incremento estadísticamente significativo ( $P < 0,05$ ) en cada una de las fuerzas aplicadas en el punto medio, mientras que en el punto más craneal no fue estadísticamente significativo durante la aplicación de la fuerza máxima (200 N) y en el punto más caudal no resultó significativo para 40 y 80 N.

La flexión de la articulación produjo una reducción estadísticamente significativa en el espacio medido en los puntos medio y caudal, pero no hubo una diferencia estadísticamente significativa en el punto más craneal de la articulación. Sin embargo, la inyección de 10 ml de aire en el interior de la articulación mientras se aplicaban 200 N de tracción produjo un incremento significativo ( $P < 0,05$ ) en el espacio articular en los tres puntos valorados.

La medición del ángulo escápulo-humeral en las proyecciones en estrés (varo y valgo) obtenidas antes y después de la distracción no reveló diferencias estadísticamente significativas.

#### **8.4.2. CADERA**

Los incrementos observados en el espacio articular para cada fuerza de distracción aplicada fueron estadísticamente significativos ( $P < 0,05$ ). El mayor valor medio del espacio articular observado se produjo a los 80 N, mostrando un espacio articular medio de 4,26 mm.

La inyección de 10 ml de aire intraarticular junto con una distracción de 200 N provocó un incremento estadísticamente significativo en el espacio articular ( $P < 0,05$ ), en relación con la distracción sin la distensión. La flexión durante la distracción en el caso de la cadera no fue posible.

Para valorar el posible daño a los ligamentos y otros tejidos blandos, se midieron los IN e ID en las radiografías obtenidas antes y después de la distracción. Se observaron diferencias estadísticamente significativas en estos índices valorados antes y después del procedimiento.

### **8.4.3. RODILLA**

El primer estudio realizado en la rodilla mostró incrementos en el espacio articular estadísticamente significativos ( $P < 0,05$ ) en el punto lateral, para cada una de las fuerzas aplicadas, a excepción de la comparación entre 120-160 N, mientras que los incrementos resultaron significativos para todas las distracciones en el punto medial.

En este caso se pudo llevar a cabo la flexión de la articulación mientras se aplicaba la distracción con 200 N. La introducción de aire en el interior de la articulación junto con la distracción a 200 N produjo un incremento en el espacio articular en comparación con la distracción sin aire.

El segundo estudio de la rodilla mostró incrementos estadísticamente significativos ( $P < 0,05$ ) en el espacio articular en los dos puntos establecidos para la medición y para cada una de las fuerzas aplicadas. Al igual ocurrió al realizar la distracción junto a la distensión con fluido. La comparación de la distracción vs distracción-distensión con fluido dió lugar a diferencias estadísticamente significativas en la mayoría de las fuerzas aplicadas.

La comparación entre los ángulos femorotibiales obtenidos antes y después de la distracción en proyecciones en estrés, varo y valgo, no reveló diferencias estadísticamente significativas.

### **8.4.4. ARTICULACIÓN TIBIOTARSAL**

El incremento en el espacio articular medido en el punto lateral fue estadísticamente significativo ( $P < 0,05$ ) para cada una de las fuerzas de distracción aplicadas, a excepción de la comparación entre 40-80 N. Sin embargo, en el punto lateral el incremento resultó significativo para todas las fuerzas aplicadas.

La flexión pudo llevarse a cabo junto con la distracción. La distensión con aire a los 200 N de distracción causó un incremento significativo en el espacio en el punto medial, pero no fue así en el punto lateral.

La valoración de los ejes tibiotarsales en las proyecciones valgo y varo antes y después de la distracción no reveló diferencias estadísticamente significativas.

## **8.5. CONCLUSIONES**

Tras la valoración de los resultados obtenidos, las conclusiones de este estudio son:

1. La distracción articular se presenta como una técnica que puede facilitar la técnica artroscópica, reduciendo el daño iatrogénico e incrementando la visualización de las estructuras.
2. La técnica de distracción que se describe en este estudio es factible técnicamente y se puede aplicar de forma fácil y aséptica.
3. La distracción mediante estribos de tracción provocó incrementos estadísticamente significativos del espacio articular en todas las articulaciones estudiadas ( $P < 0,05$ ).
4. Durante el procedimiento de distracción pudo llevarse a cabo la flexión en las articulaciones del hombro, la rodilla y la articulación tibiotarsal, mientras que no se pudo en la cadera.
5. La introducción de aire para eliminar el “efecto de vacío” intraarticular provocó el incremento del espacio en todas las articulaciones estudiadas, en comparación con aquel observado tras la aplicación de 200 N.
6. La introducción de aire provocó una reducción en la cantidad de fuerza necesaria para conseguir una distracción determinada. Este efecto se observó en el hombro, la cadera y la rodilla, pero no fue así en la articulación tibiotarsal.
7. La distensión mediante la introducción de fluido en la rodilla supuso un incremento en el espacio articular en relación con el espacio obtenido únicamente con la distracción.

8. No se observaron alteraciones en la laxitud articular después de aplicar la distracción en el hombro, la rodilla y la articulación tibiotarsal. Sin embargo, sí se evidenciaron diferencias estadísticamente significativas en la cadera.
9. Aunque no se observó complicación alguna en el hombro, la rodilla y la articulación tibiotarsal, es necesario reducir las fuerzas de tracción para evitar su aparición. En la cadera es necesario un estudio posterior puesto que se observaron alteraciones en la laxitud, que no se pudo determinar a qué grado de fuerza se debieron.
10. Este es un estudio en cadáveres, por lo que no se pudieron evaluar los daños neurovasculares debidos a la distracción, por lo que se recomienda la realización de estudios posteriores.

## **9. SUMMARY**



## **9. SUMMARY**

### **9.1. INTRODUCTION**

Articular problems can cause a decrease in the functionality of small animals to deal with their daily life, reducing their capacity to have a normal life or accomplish any task in the case of working dogs. The joints of the fore and hindlimb are those which allow the normal movement in the dog and give stability to the body, so any problem affecting these joints may produce an abnormal movement and decrease in the quality of life of the animal.

These problems are nowadays increasing in the human being and our small animals, as a consequence of the medicine advances and the longer life expectancy (Piermattey *et al*, 2006).

Treatment of joint diseases have been achieved by arthrotomy for a long time, but the development of the arthroscopy has allowed the visualization and magnification of the intraarticular structures without making big incisions. Arthroscopy is a minimally invasive technique that minimizes the risk of abnormal joint mobility and iatrogenic trauma (Qin-wei *et al*, 2010), decreasing morbidity and allowing for a rapid rehabilitation (Frank *et al*, 1989; Oloft *et al*, 2001; Zengerink *et al*, 2012). However, arthroscopy may produce some complications or iatrogenic damage to articular structures, due to the narrow space in some joints. Besides, as a consequence of the narrow space, visualization of the structures in some situations can result a challenge for the surgeon, so some lesions can be misdiagnosed. To avoid these complications, joint distraction techniques have been introduced. The objective of these techniques is to separate the articular surfaces by traction loads, achieving a wider joint space. The bigger joint space will facilitate the arthroscopic procedure, the visualization of the structures and the maneuverability of the instrumentation, reducing the potential for articular cartilage damage as a consequence of the instrumentation (Theken *et al*, 1992; Dienst *et al*, 2002).

Furthermore, the pressure inside the joints is slightly subatmospheric, presenting some variations between species, joints and movements (Simkin *et al*, 1995). This 'negative pressure' stabilize the joints, so that joint venting eliminates the



## Summary

'vacuum phenomenon' inside the joints (Byrd *et al*, 1997; Dienst *et al*, 2002) , decreasing the amount of loads needed for the distraction procedure.

In human medicine there are several studies reporting the use of joint distraction techniques in the shoulder (O'Brien *et al*, 1997; Hoenecke *et al*, 2004; Correa *et al*, 2008), elbow (Takahashi *et al*, 2000), wrist (Davies *et al*, 2008), hip (Flecher *et al*, 2011; Gédouin *et al*, 2012), knee (Jakob *et al*, 1988; Kurtz *et al*, 2006) and ankle (Theken *et al*, 1992; Aydin *et al*, 2006; Beals *et al*, 2010; Young *et al*, 2011). However, in small animals few reports describe the use of these techniques in order to facilitate the arthroscopic procedure (Schulz *et al*, 2004; Böttcher *et al*, 2009; Gemmill *et al*, 2009).

However, joint distraction techniques must be applied carefully, since soft tissue and neurovascular structures damages have been related to the traction loads (Theken *et al*, 1992; Dienst *et al*, 2002; Bushnell *et al*, 2007; Young *et al*, 2011). Besides, invasive distraction techniques can additionally produce other complications derived from the technique, such as fractures, pin bending or breakage, infections and bone failure (Aydin *et al*, 2006; Kim *et al*, 2012).

Some reports in human medicine describe techniques to avoid these complications when applying distraction techniques, such as limiting the amount of load or the period of time they should be applied to each joint (Theken *et al*, 1992; Sampson *et al*, 2001; Nord *et al*, 2010; Martin *et al*, 2012). Besides, the physiological condition of each joint must be taken into consideration since, for example, a dysplasic hip would need a lower load to achieve the distraction when comparing to a normal hip (Sampson *et al*, 2001). In veterinary medicine there are no reports concerning the traction loads that can be applied or the amount of joint space achieved by this technique.

## 9.2. OBJECTIVES

The aim of this study is to evaluate a new joint distraction technique (traction stirrup technique) in the dog.

This investigation tries to reply to these objectives:

1. To assess the technical feasibility of a technique of articular distraction aimed to increase visualization of articular structures for arthroscopic procedures in shoulder, hip, stifle and tibio-tarsal joints.
2. To measure the amount of joint space increase at different levels of distraction forces applied to the above mentioned joints.
3. To evaluate the impact of joint flexion during distraction in the shoulder joint.
4. To evaluate the impact of joint distension by intra-articular air injection on the joint distraction achieved.
5. To evaluate the effect of joint distension by intra-articular fluid injection on the stifle distraction achieved.
6. To assess the potential soft tissues injuries caused by the technique for each joint subjected to the study.
7. To study a possible correlation between the body mass Index (BMI) and the amount of distraction achieved.

### **9.3. MATERIALS AND METHODS**

In order to perform the evaluation, the technique was used in 20 joints of each type (shoulder, hip, stifle and tibiotarsal joint), applying different traction loads. As high traction loads were used, this study was conceived as an experimental one based on cadavers.

Before the distraction procedure, the joints included in the study were analyzed radiographically in order to check they were free of any orthopedic or traumatologic disease. Once the joints were included in the study, stressed projections were taken.

Joint flexion while distraction was applied in order to check if this maneuver was possible. In the shoulder, a new digital image was obtained during flexion. After that, intra-articular air injection was done to evaluate the distension impact on the distraction procedure.

## Summary

After the distraction, stressed radiographic projections were obtained again in order to evaluate laxity changes comparing these images with those obtained before the distraction.

After this study, a new one was carried on the stifle joint to evaluate not only the joint distraction, but also the effect of the distension, by fluid injection, on the amount of distraction achieved. The rest of the methods were done following the procedure described above.

## 9.4. RESULTS

Dogs included in both studies were medium and large breed dogs (height at the withers = 0.56-0.75 m and weight = 18.5-39 Kg). The BMI of the animals was from 31.34 to 63.71. Some joints were discarded throughout the study because of orthopedic or traumatologic problems, so 20 joints of each type were included from 14 different animals in the first study, while 20 joints from 12 different animals were included in the second one. A relationship between the amount of joint space achieved at any stage of distraction at the joints evaluated and BMI was not found.

### 9.4.1. SHOULDER

During the distraction procedure, dogs were placed in lateral recumbency, and the angle between scapula and humerus was evaluated at each load step, being similar during the complete distraction procedure. The joint space was measured at three different points, showing a statistically significant increase ( $P < 0.05$ ) for each subsequent load of distraction in the middle point, while in the cranial point it was not statistically significant for the maximum load (200 N) and in the caudal point it was not either for 40 and 80 N.

Joint flexion showed a statistically significant decrease in the space measured at the middle and caudal points but no statistically significant difference at the cranial point. In contrast, the injection of 10 ml of air into the joint while applying 200 N of load produced a significant increase ( $P < 0.05$ ) in the joint space at all three locations tested.

The evaluation of the scapulo-humeral angle in stressed radiographic projections (varus and valgus) obtained before and after the distraction procedure did not reveal statistically significant differences.

#### **9.4.2. HIP**

Joint space increments were statistically significant for each subsequent load of distraction ( $P < 0.05$ ). The biggest joint space average increment observed occurred at 80 N load, showing a mean increase of 4.26 mm.

The injection of 10 ml of air in the joint at 200 N load caused a statistically significant increase in the joint space ( $P < 0.05$ ), compared to the joint space observed without distension. The flexion was not able to be performed with the distractor.

To assess the potential damage to ligaments and other soft tissues, ID and IN were measured in radiographs before and after the distraction. Statistically significant differences were observed in neutral and distraction indexes before and after distraction.

#### **9.4.3. STIFLE**

In the first study performed on the stifle joint, the joint space increase was statistically significant ( $P < 0.05$ ) at the lateral point, for each subsequent load of distraction, except for 120-160 N load comparison, while it was statistically significant ( $P < 0.05$ ) for each load of distraction at the medial point.

Joint flexion could be applied with a 200 N traction load. The injection of 10 ml of air into the joint while applying 200 N of distraction load produced an increase in the joint space compared to the distraction without air.

The second study performed on the stifle joint showed statistically significant increases in the joint space ( $P < 0.05$ ) in both points selected for measurement and for each subsequent load of distraction. The same was observed when distraction plus distension with fluid was applied. The comparison between joint spaces observed with

## Summary

distraction vs distraction plus distension with fluid showed significant differences in the majority of the loads applied.

The comparison between femorotibial angles obtained before and after distraction in stress projections, varus and valgus, did not show any statistically significant differences.

### 9.4.4. TIBIOTARSAL JOINT

The increase in the joint space measured at the lateral point was statistically significant ( $P < 0.05$ ) for each load of distraction but for the 40-80 N load comparison. However, this increase was statistically significant ( $P < 0.05$ ) at the medial point for each load of distraction.

Joint flexion could be applied with a 200 N traction load. The joint venting once at 200 N load caused a statistically significant joint space increase at the medial point, while no significant differences were noticed at the lateral one.

The evaluation of the tibio-tarsal axes in valgus and varus projections before and after the distraction procedure did not reveal any statistically significant differences.

## 9.5. CONCLUSIONS

After the evaluation of the results, the conclusions of this study are:

1. Joint distraction is a procedure that may facilitate arthroscopy, reducing the risk for iatrogenic damage and improving the structures visualization.
2. Traction stirrup distraction technique is technically possible and can be apply easily and in an aseptic way.
3. This technique produced joint space increments in all the joints studied ( $P < 0.05$ ).

4. Flexion was performed in the shoulder, stifle and tibiotarsal, while it was not possible in the hip joint.
5. Air injection to eliminate the “vacuum phenomenon” caused a joint space increase, when comparing with the same traction load without air.
6. Air injection produced a reduction in the load needed to achieve a distraction. This was observed in the shoulder, hip and stifle joint, but it was not observed in the tibiotarsal joint.
7. Joint distensión by fluid injection in the stifle joint caused a joint space increase in comparison with the joint space obtained only with distraction.
8. Changes in joint laxity after the distraction procedure were not observed in the shoulder, stifle and tibiotarsal joint. However, some changes were observed in the hip joint.
9. Although no complication was observed in the shoulder, stifle and tibiotarsal joint, it is advisable to reduce the traction loads to avoid them. It is also recommended further studies in the hip joint, since laxity changes were not related to a determined load.
10. This is a cadaveric study, so, neurovascular damages could not be evaluated, so further clinical studies are recommended.



## ***10. BIBLIOGRAFÍA***





## **10. BIBLIOGRAFÍA**

1. Abe, Y.; Yoshida, K.; Tominaga, Y. (2013): Less invasive surgery with wrist arthroscopy for distal radius fracture. *J Orthop Sci*, 18(3):398-404.
2. Adams, P.; Bolus, R.; Middleton, S.; Moores, A.P.; Grierson, J. (2011): Influence of signalment on developing cranial cruciate rupture in dogs in the UK. *J Small Anim Pract*, 52(7):347-352.
3. Ahn, J.H.; Lee, S.K.; Kim, K.J.; Kim, Y.I.; Choy, W.S. (2009): Subtalar arthroscopic procedures for the treatment of subtalar pathologic conditions: 115 consecutive cases. *Orthopedics*, 32(12):891.
4. Allan, G.; Nicoll, R. (2006): Distal limbs-carpus and tarsus. En: Barr FJ, Kirberger RM, (eds): *BSAVA Manual of Canine and Feline Musculoskeletal Imaging*. BSAVA, Gloucester, Reino Unido. Pp. 150-172.
5. Andrews, J.R.; Carson, W.G. (1985): Arthroscopy of the elbow. *Arthroscopy*, 1(2):97-107.
6. Apelt, D.; Kowaleski, M.P.; Dyce, J. (2005): Comparison of computed tomographic and standard radiographic determination of tibial torsion in the dog. *Vet Surg*, 34(5):457-462.
7. Austin, B.; Montgomery, R.D.; Wright, J.; Bellah, J.R.; Tonks, C. (2007): Evaluation of three approaches to meniscal release. *Vet Comp Orthop Traumatol*, 20(2):92-97.
8. Aydin, A.T.; Ozcanli, H.; Soyuncu, Y.; Dabak, T.K. (2006): A new noninvasive controlled intra-articular ankle distraction technique on a cadaver model. *Arthroscopy*, 22(8):905.e1-905.e3.
9. Baeumlin, Y.; Rycke, L.; Van Caelenberg, A.; Van Bree, H., Gielen, I. (2010): Magnetic resonance imaging of the canine elbow: an anatomic study. *Vet Surg*, 39(5):566-573.
10. Baird, D.; Hathcock, J.; Rumph, P.; Kincaid, S.A., Visco, D.M. (1998): Low-field

- magnetic resonance imaging of the canine stifle joint: normal anatomy. *Vet Radiol Ultrasound*, 39(2):87-97.
11. Bain, G.I.; Munt, J.; Turner, P.C. (2008): New advances in wrist arthroscopy. *Arthroscopy*, 24(3):355-367.
  12. Baker, C.L.; Jones, G.L. (1999): Arthroscopy of the Elbow. *Am J Sports Med*, 27(2):251-264.
  13. Bardet, J.F. (1998): Diagnosis of shoulder instability in dogs and cats: a retrospective study. *J Am Anim Hosp Assoc*, 34(1):42-54.
  14. Beale, B.S.; Hulse, D.A.; Schulz, K.S.; Whitney, W.O. (2003): Small Animal Arthroscopy. 1ª Edición. Elsevier Science, Pensilvania, Philadelphia, EE.UU. 231 páginas.
  15. Beals, T.C.; Junko, J.T.; Amendola, A.; Nickisch, F.; Saltzman, C.L. (2010): Minimally invasive distraction technique for prone posterior ankle and subtalar arthroscopy. *Foot Ankle Int*, 31(4):316-319.
  16. Bennett, J.M. (2013): Elbow arthroscopy: the basics. *J Hand Surg Am*, 38(1):164-167.
  17. Berjano, P.; García González, B.; Ferrer Olmedo, J.; Alcocer Perez-España, L., García Munilla, M. (1998): Complications in arthroscopic shoulder surgery. *Arthroscopy*, 14(8):785-788.
  18. Berry, C.R. (2003): Principios físicos de la tomografía computarizada y de la resonancia magnética. En: Thrall, D.E. (ed). Manual de diagnóstico radiológico veterinario. 4ª edición. Elsevier, Madrid, España, pp 28-34.
  19. Bertrand, S.G.; Lewis, D.D.; Madison, J.B. ; de Haan, J.H.; Stubbs, W.P., Stallings J.T. (1997): Arthroscopic examination and treatment of osteochondritis dissecans of the femoral condyle of six dogs. *J Am Anim Hosp Assoc*, 33(5):451-455.
  20. Biery, D.N. (2006): The hip joint and pelvis. En: Barr, F.J.; Kirberger, R.M. (eds). BSAVA Manual of canine and feline musculoskeletal imaging. 1ª edición. BSAVA, Gloucester, Reino Unido. pp. 119-134.
  21. Böttcher, P.; Winkels, P.; Oechtering, G. (2009): A novel pin distraction device for

- arthroscopic assessment of the medial meniscus in dogs. *Vet Surg*, 38(5):595-600.
22. Bright, S.R. (2010): Arthroscopic-assisted management of osteochondritis dissecans in the stifle of a cat. *J Small Anim Pract*, 51(4):219-223.
  23. Bright, S.R.; May, C. (2011): Arthroscopic partial patellectomy in a dog. *J Small Anim Pract*, 52(3):168-171.
  24. Budras, K.D.; McCarthy, P.H.; Fricke, W.; Richter, R.; Horowitz, A.; Berg, R. (2007): Anatomy of the dog. 5ª edición. Schlütersche Verlagsgesellschaft mbH & Co, Hannover, Alemania. 224 páginas.
  25. Burman, M.S. (1931): Arthroscopy or the direct visualization of joints: an experimental cadaver study. *J Bone Joint Surg*, 13(4):669-695.
  26. Burman, M.S. (1932): Arthroscopy of the elbow joint. A cadaver study. *J Bone Joint Surg*, 14(2):349-350.
  27. Bushnell, B.D.; Hoover, S.A.; Olcott, C.W.; Dahners, L.E. (2007): Use of an independent skeletal distractor in hip arthroscopy. *Arthroscopy*, 23(1):106.e1-106.e4.
  28. Byrd, J.W.T. (2006): The role of hip arthroscopy in the athletic hip. *Clin Sports Med*, 25(2):255-278.
  29. Byrd, J.W.T.; Chern, K.Y. (1997): Traction versus distension for distraction of the joint during hip arthroscopy. *Arthroscopy*, 13(3):346-349.
  30. Byrd, J.W.T.; Jones, K.S. (2004): Traumatic rupture of the ligamentum teres as a source of hip pain. *Arthroscopy*, 20(4):385-391.
  31. Cámara Serrano, J.A. (2014): Estudio ecográfico del músculo supraespinoso en caninos. Tesis Doctoral, Universidad Complutense de Madrid, Madrid.
  32. Cárcel Rubio, M.J.; Cepero Briz, R.; Hernández de Luján, S. (1998): Estudio etnológico del Perro Ratonero Valenciano (Gos Rater Valencià): resultados preliminares. *Arch Zootec*, 47(178-179):479-486.
  33. Chen, Y.C. (1979): Arthroscopy of the wrist and finger joints. *Orthop Clin North Am*, 10(3):723-733.

## Bibliografía

34. Choi, W.J.; Choi, G.W.; Lee, J.W. (2013): Arthroscopic synovectomy of the ankle in rheumatoid arthritis. *Arthroscopy*, 29(1):133-140.
35. Clarke, M.T.; Arora, A.; Villar, R.N. (2003): Hip arthroscopy: complications in 1054 cases. *Clin Orthop Relat Res*, 406(1):84-88.
36. Comerford, E.J. (2006): The stifle joint. En: Barr, F.J.; Kirberger, R.M. (eds). *BSAVA Manual of canine and feline musculoskeletal imaging*. 1ª edición. BSAVA, Gloucester, Reino Unido. Pp. 135-149.
37. Conti, V. (1979): Arthroscopy in rehabilitation. *Orthop Clin North Am*, 10(3):709-711.
38. Cook, J.L.; Cook, C.R. (2009): Bilateral shoulder and elbow arthroscopy in dogs with forelimb lameness: diagnostic findings and treatment outcomes. *Vet Surg*, 38(2):224-232.
39. Cook, J.L.; Renfro, D.C.; Tomlinson, J.L.; Sorensen, J.E. (2005): Measurement of angles of abduction for diagnosis of shoulder instability in dogs using goniometry and digital image analysis. *Vet Surg*, 34(5):463-468.
40. Cook, J.L.; Tomlinson, J.L.; Stoll, M.R.; Crouch, D.T.; Priddy, N.H. (2001). Arthroscopic removal and curettage of osteochondrosis lesions on the lateral and medial trochlear ridges of the talus in two dogs. *J Am Anim Hosp Assoc*, 37(1):75-80.
41. Correa, M.C.; Gonçalves, L.B.J.; Andrade, R.P.; Carvalho, L.H. Jr. (2008): Beach chair position with instrumental distraction for arthroscopic and open shoulder surgeries. *J Shoulder Elbow Surg*, 17(2):226-230.
42. Davies, H.; Young, L.; Wood, M. (2008): A method of wrist distraction for arthroscopy. *Ann R Coll Surg Engl*, 90(7):617.
43. De la Fuente, I.L.; Riol, J.A.; García, J.F.; Gaudioso, V. (2001): Primeras aproximaciones zoométricas y fanerópticas al Perro de Carea Leonés. *Arch Zootec*, 50(189):15-20.
44. de Leeuw, P.A.J.; Golano, P.; Clavero, J.A.; van Dijk, C.N. (2010): Anterior ankle arthroscopy, distraction or dorsiflexion?. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*, 18(5):594-600.

45. de Leeuw, P.A.J.; van Dijk, C.N. (2009): Fixed distraction is not necessary for anterior ankle arthroscopy. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*, 17(11):1399-1400.
46. Dienst, M.; Seil, R.; Gödde, S.; Brang, M.; Becker, K.; Georg, T.; Kohn, D. (2002): Effects of traction, distension, and joint position on distraction of the hip joint: an experimental study in cadavers. *Arthroscopy*, 18(8):865-871.
47. Donnenwerth, M.P.; Roukis, T.S. (2012): Outcome of arthroscopic debridement and microfracture as the primary treatment for osteochondral lesions of the talar dome. *Arthroscopy*, 28(12):1902-1907.
48. Dorfmann, H.; Boyer, T. (1999): Arthroscopy of the hip: 12 years of experience. *Arthroscopy*, 15(1):67-72.
49. Dudley, R.M.; Kowaleski, M.P.; Drost, W.T.; Dyce, J. (2006): Radiographic and computed tomographic determination of femoral varus and torsion in the dog. *Vet Radiol Ultrasound*, 47(6):546-552.
50. Dunlap, B.J.; Koh, J.L. (2012): Arthroscopic treatment of hip pain. *Dis Mon*, 58(9):543-549.
51. Farjo, L.A.; Glick, J.M.; Sampson, T.G. (1998): Hip arthroscopy for degenerative joint disease. *Arthroscopy*, 14(4):411-445.
52. Fearnside, S.M.; Preston, C.A. (2002): Arthroscopic management of septic polyarthritis in a dog. *Aust Vet J*, 80(11):681-683.
53. Ferkel, R.D.; Heath, D.D.; Guhl, J.F. (1996): Neurological complications of ankle arthroscopy. *Arthroscopy*, 12(2):200-208.
54. Fitch, R.B.; Beale, B.S. (1998): Osteochondrosis of the canine tibiotarsal joint. *Vet Clin North Am Small Anim Pract*, 28(1):95-113.
55. Flecher, X.; Dumas, J.; Argenson, J.N. (2011): Is a hip distractor useful in the arthroscopic treatment of femoroacetabular impingement?. *Orthop Traumatol Surg Res*, 97(4):381-388.
56. Flores, J. (2012): Artículo Bioibérica: La membrana sinovial y su importancia en el desarrollo de la artrosis. *Condroprotección VET*, 2012; 17:1-5.

## Bibliografía

57. Flückinger, M.; Friedrich, A.; Binder, H. (1999): A radiographic stress technique for evaluation of coxofemoral joint laxity in dogs. *Vet Surg*, 28(1):1-9.
58. Frank, A.; Cohen, P.; Beaufils, P.; Lamare, J.(1989): Arthroscopic treatment of osteochondral lesions of the talar dome. *Arthroscopy*, 5(1):57-61.
59. Galateanu, G.; Apelt, D.; Aizenberg, I.; Saragusty, J.; Hildebrandt, T.B. (2013): Canine tarsal architecture as revealed by high-resolution computed tomography. *Vet J*, 196(3):374-380.
60. Galindo-Zamora, V.; Dziallas, P.; Ludwig, D.C.; Nolte, I.; Wefstaedt, P. (2013): Diagnostic accuracy of a short-duration 3 Tesla magnetic resonance protocol for diagnosing stifle joint lesions in dogs with non-traumatic cranial cruciate ligament rupture. *BMC Vet Res*, 28(9):40.
61. García, S.G. (1998): Enfermedades articulares. En: Fuentes, X.; Castiñeiras, M.J.; Queraltó, J.M., (eds). *Bioquímica Clínica y Patología Molecular*. 2ª edición. Reverté, S.A., Barcelona, pp. 1035-1051.
62. Garcia-Lopez, I.; Delgado, P.J.; Abad, J.M.; Garcia de Lucas, F. (2012): Thermal energy for the arthroscopic treatment of tears of the triangular fibrocartilage of the wrist. *Acta Orthop Belg*, 78(6):719-723.
63. Gédouin, J.E. (2012): Arthroscopic treatment of femoroacetabular impingement: technical review. *Orthop Traumatol Surg Res*, 98(5):583-596.
64. Gemmill, T.J.; Farrell, M. (2009): Evaluation of a joint distractor to facilitate arthroscopy of the canine stifle. *Vet Surg*, 38(5):588-594.
65. Giannini, S.; Buda, R.; Di Caprio, F; Agati, P.; Bigi, A.; De Pasquale, V.; Ruggeri, A. (2008): Effects of freezing on the biomechanical and structural properties of human posterior tibial tendons. *Int Orthop*, 32(2):145-151.
66. Gielen, I.; van Bree, H.; van Ryssen, B.; de Clercq, T.; de Rooster, H. (2002): Radiographic, computed tomographic and arthroscopic findings in 23 dogs with osteochondrosis of the tarsocrural joint. *Vet Record*, 150(14):442-447.
67. Gold, R.M.; Gregor, T.P.; Huck, J.L.; McKelvie, P.J.; Smith, G.K. (2009): Effects of osteoarthritis on radiographic measures of laxity and congruence in hip joints of Labrador Retrievers. *J Am Vet Med Assoc*, 234(12):1549-1554.

68. Goring, R.; Price, C. (1986): Arthroscopic examination of the canine scapulohumeral joint. *J Am Anim Hosp Assoc*, 23(5):551-555.
69. Gottsauner-Wolf, F.; Grabowski, J.J.; Chao, E.Y.; An, K.N. (1995): Effects of freeze/thaw conditioning on the tensile properties and failure mode of bone-muscle-bone units: a biomechanical and histological study in dogs. *J Orthop Res*, 13(1):90-95.
70. Griffin, D.R.; Villar, R.N. (1999): Complications of arthroscopy of the hip. *J Bone Joint Surg Br*, 81(4):604-606.
71. Griffon, D.J. (2012): Surgical diseases of the elbow. En: Tobias, K.M.; Johnston, S.A. (eds). *Veterinary Surgery Small Animal*. 1ª edición. Elsevier Saunders, St Louis, Missouri, EE.UU. Pp. 724-751.
72. Hagemeister, N.; Duval, N.; Yahia, L.; Krudwig, W.; Witzel, U.; de Guise, J.A. (2002): Comparison of two methods for reconstruction of the posterior cruciate ligament using a computer based method: quantitative evaluation of laxity, three-dimensional kinematics and ligament deformation measurements in cadaver knees. *Knee*, 9(4):291-299.
73. Harfe, D.T.; Chuinard, C.R.; Espinoza, L.M.; Thomas, K.A.; Solomonow, M. (1998): Elongation patterns of the collateral ligaments of the human knee. *Clinical Biomech*, 13(3):163-175.
74. Harper, T.A.M.; Jones, J.C.; Saunders, G.K.; Daniel, G.B.; LeRoith, T.; Rossmeissl, E. (2011): Sensitivity of low-field T2 images for detecting the presence and severity of histopathologic meniscal lesions in dogs. *Vet Radiol Ultrasound*, 52(4): 428-435.
75. Harris, J.D.; Gupta, A.K.; Mall, N.A.; Abrams, G.D.; McCormick, F.M.; Cole, B.J.; Bach, B.R. Jr.; Romeo, A.A.; Verma, N.N. (2013a): Long-term outcomes after Bankart shoulder stabilization. *Arthroscopy*, 29(5):920-933.
76. Harris, J.D.; Romeo, A.A. (2013b): Arthroscopic management of the contact athlete with instability. *Clin Sports Med*, 32(4):709-730.
77. Hayes, G.M.; Langley-Hobbs, S.J.; Jeffery, N.D. (2010): Risk factors for medial meniscal injury in association with cranial cruciate ligament rupture. *J Small Anim*



*Pract*, 51(4):630-634.

78. Hennrikus, W.L.; Mapes, R.C.; Bratton, M.W.; Lapoint, J.M. (1995): Lateral traction during shoulder arthroscopy: its effect on tissue perfusion measured by pulse oximetry. *Am J Sports Med*, 23(4):444-446.
79. Hidaka, E.; Aoki, M.; Muraki, T.; Izumi, T.; Fujii, M.; Miyamoto, S. (2009): Evaluation of stretching position by measurement of strain on the ilio-femoral ligaments: an in vitro simulation using trans-lumbar cadaver specimens. *Man Ther*, 14(4):427-432.
80. Hirpara, K.M.; Sullivan, P.J.; O'Sullivan, M.E. (2008): The effects of freezing on the tensile properties of the repaired porcine flexor tendon. *J Hand Surg Am*, 33(3):353-358.
81. Hoelzler, M.G.; Millis, D.L.; Francis, D.A.; Weigel, J.P. (2004): Results of arthroscopic versus open arthrotomy for surgical management of cranial cruciate ligament deficiency in dogs. *Vet Surg*, 33(2):146-153.
82. Hoenecke, H.R.; Fronek, J.; Hardwick, M. (2004): The modified beachchair position for arthroscopic shoulder surgery: the La Jolla beachchair. *Arthroscopy*, 20(Supl 2):113-115.
83. Holsworth, I.G.; Schulz, K.S.; Kass, P.H.; Scherrer, W.E.; Beale, B.S.; Cook, J.L.; Hornof, W.J. (2005): Comparison of arthroscopic and radiographic abnormalities in the hip joints of juvenile dogs with hip dysplasia. *J Am Vet Med Assoc*, 227(7):1091-1094.
84. Huang, H.; Zhang, J.; Sun, K.; Zhang, X.; Tian, S. (2011): Effects of repetitive multiple freeze-thaw cycles on the biomechanical properties of human flexor digitorum superficialis and flexor pollicis longus tendons. *Clin Biomech*, 26(4):419-423.
85. Intema, F.; Van Roermund, P.M.; Marijnissen, A.C.A.; Cotozana, S.; Eckstein, F.; Castelein, R.M.; Bijlsma, J.W.; Mastbergen, S.C.; Lafeber, F.P. (2011): Tissue structure modification in knee osteoarthritis by use of joint distraction: an open 1-year pilot study. *Ann Rheum Dis*, 70(8):1441-1446.
86. Issa, S.N.; Dunlop, D.; Chang, A.; Song, J.; Prasad, P.V.; Guermazi, A.; Peterfy,

- C., Cahue, S.; Marshall, M.; Kapoor, D.; Hayes, K.; Sharma, L. (2007): Full-limb and knee radiography assessments of varus-valgus alignment and their relationship to osteoarthritis disease features by magnetic resonance imaging. *Arthritis Rheum*, 57(3):398-406.
87. Jakob, R.P.; Stäubli, H.U.; Zuber, K.; Esser, M. (1988): The arthroscopic meniscal repair. Techniques and clinical experience. *Am J Sports Med*, 16(2):137-142.
88. Jardel, N.; Crevier-Denoix, N.; Moissonnier, P.; Viateau, V. (2010): Anatomical and safety considerations in establishing portals used for canine elbow arthroscopy. *Vet Comp Orthop Traumatol*, 23(2):75-80.
89. Kapatkin, A.S.; Gregor, T.P.; Hearon, K.; Richardson, R.W.; McKelvie, P.J.; Fordyce, H.H.; Smith, G.K. (2004): Comparison of two radiographic techniques for evaluation of hip joint laxity in 10 breeds of dogs. *J Am Vet Med Assoc*, 224(4):542-546.
90. Kelly, B.T.; Weiland, D.E.; Schenker, M.L.; Philippon, M.J. (2005): Arthroscopic labral repair in the hip: surgical technique and review of the literature. *Arthroscopy*, 21(12):1496-1504.
91. Kelly, E.W.; Morrey, B.F.; O'Driscoll, S.W. (2001): Complications of elbow arthroscopy. *J Bone Joint Surg*, 83-A(1):25-34.
92. Kierszenbaun, A.L. (2008): Tejido conjuntivo. En: Histología y Biología celular. Introducción a la anatomía patológica. 2ª edición. Elsevier, Barcelona, España. Pp. 107-143.
93. Kieser, C.W.; Jackson, R.W. (2003): Eugen Bircher (1882-1956): the first knee surgeon to use diagnostic arthroscopy. *Arthroscopy*, 19(7):771-776.
94. Kim, S.H.; Ha, K.I. (2000): Arthroscopic treatment for impingement of the anterolateral soft tissues of the ankle. *J Bone Joint Surg Br*, 82(7):1019-1021.
95. Kim, D.Y.; Yoo, Y.S.; Lee, S.S.; Seo, E.M.; Hwang, J.T.; Kwon, S.C.; Lee, J.W. (2012): Arthroscopic percutaneous repair of anterosuperior rotator cuff tear including biceps long head: a 2-year follow-up. *Clin Orthop Surg*, 4(4):284-292.
96. Kim, H.N.; Ryu, S.R.; Park, J.M.; Park, Y.W. (2012): Subtalar arthroscopy with calcaneal skeletal traction in a hanging position. *J Foot Ankle Surg*, 51(6):816-819.

97. Kim, H.K.; Jeon, J.Y.; Dong, Q.; Kim, H.N.; Park, Y.W. (2013): Ankle arthroscopy in a hanging position combined with hindfoot endoscopy for the treatment of concurrent anterior and posterior impingement syndrome of the ankle. *J Foot Ankle Surg*, 52(6):704-709.
98. Kishimoto, M.; Yamada, K.; Pae, S.H.; Muroya, N.; Watarai, H.; Anzai, H.; Shimizu, J.; Iwasaki, T.; Miyake, Y.; Wisner, E.R. (2009): Quantitative evaluation of hip joint laxity in 22 Border Collies using computed tomography. *J Vet Med Sci*, 71(2): 247-250.
99. Kivumbi, C.W.; Bennett, D. (1981): Arthroscopy of the canine stifle joint. *Vet Record*, 109(12):241-249.
100. Kurtz, C.A.; Bonner, K.F.; Sekiya, J.K. (2006): Meniscus transplantation using the femoral distractor. *Arthroscopy*, 22(5):568.e1-568.e3.
101. Latorre, R.; Gil, F.; Climent, S.; López, O.; Henry, R.; Ayala, M.; Ramirez, G.; Martínez, F.; Vázquez, J. (2009): Color atlas of surgical approaches to the bones and joints of the dog and cat. 1ª edición. Inter-médica, Buenos Aires, Argentina. 266 páginas.
102. Liebich, H.G.; König, H.E. (2004). Miembros pelvianos. En: Anatomía de los animales domésticos. Aparato locomotor. 2ª edición. Ed Médica Panamericana, Madrid, España. Pp 203-264.
103. Lozano-Calderón, S.A.; Samocha, Y.; McWilliam, J. (2012): Comparative performance of ankle arthroscopy with and without traction. *Foot Ankle Int*, 33(9):740-745.
104. Luther, J.F.; Cook, J.L.; Stoll, M.R. (2005): Arthroscopic exploration and biopsy for diagnosis of septic arthritis and osteomyelitis of the coxofemoral joint in a dog. *Vet Comp Orthop Traumatol*, 18(1):47-51.
105. Maddox, T.W.; May, C.; Keeley, B.J.; McConnell, J.F. (2013): Comparison between shoulder computed tomography and clinical findings in 89 dogs presented for thoracic limb lameness. *Vet Radiol Ultrasound*, 54(4):358-364.
106. Marchie, A.; Glassner, P.J.; Panuncialman, I.; McCarthy, J.C. (2012): Technical

- pearls for hip arthroscopy in the management of synovial chondromatosis. *Am J Orthop*, 41(6):284-287.
107. Mardani-Kivi, M.; Mirbolook, A.; Khajeh-Jahromi, S.; Hassanzadeh, R.; Hashemi-Motlagh, K.; Saheb-Ekhtiari, K. (2013): Arthroscopic treatment of patients with anterolateral impingement of the ankle with and without chondral lesions: a case series. *J Foot Ankle Surg*, 52(2):188-191.
  108. Mariani, P.P.; Mancini, L.; Giorgini, T.L. (2001): Pseudoaneurysm as a complication of ankle arthroscopy. *Arthroscopy*, 17(4):400-402.
  109. Marti, D.; Spross, C.; Jost, B. (2013): The first 100 elbow arthroscopies of one surgeon: analysis of complications. *J Shoulder Elbow Surg*, 22(4):567-573.
  110. Martin, H.D.; Palmer, I.J.; Champlin, K.; Kaiser, B.; Kelly, B.; Leunig, M. (2012): Physiological changes as a result of hip arthroscopy performed with traction. *Arthroscopy*, 28(10):1365-1372.
  111. Martínez, J.J.; Rubio, A.; Mínguez, J.J. (1998): Ligamentos colaterales, meniscos y avulsiones tendinosas. *Canis et Felis*, (35):37-49.
  112. Mawby, D.I.; Bartges, J.W.; d' Avignon, A.; Laflamme, D.P.; Moyers, T.D.; Cottrell, T. (2004): Comparison of various methods for estimating body fat in dogs. *J Am Anim Hosp Assoc*, 40(2):109-114.
  113. Mayr, H.O.; Rueschenschmidt, M.; Seil, R.; Dejour, D.; Bernstein, A.; Suedkamp, N.; Stoeckel, A. (2013): Indications for and results of arthroscopy in the arthritic knee: a European survey. *Int Orthop*, 37(7):1263-1271.
  114. McCartney, W.T.; McGovern, F. (2012): Use of low-field MRI to presurgically screen for medial meniscus lesions in 30 dogs with cranial cruciate deficient stifles. *Vet Rec*, 171(2):47.
  115. Mei-Dan, O.; McConkey, M.O.; Young, D.A. (2013): Hip arthroscopy distraction without the use of a perineal post: prospective study. *Orthopedics*, 36(1):e1-e5.
  116. Miller, J.; Beale, B. (2008): Tibiotarsal arthroscopy: applications and long-term outcome in dogs. *Vet Comp Orthop Traumatol*, 21(2):159-165.
  117. Millis, D.L.; Levine, D.; Taylor, R.A. (2004): Canine Rehabilitation & Physical

- Therapy. 1ª edición. Saunders, St Louis, Missouri, EE.UU. 526 páginas.
118. Moon, D.K.; Woo, S.L.; Takakura, Y.; Gabriel, M.T.; Abramowitch, S.T. (2006): The effects of refreezing on the viscoelastic and tensile properties of ligaments. *J Biomech*, 39(6):1153-1157.
  119. Moseley, J.B.; O'Malley, K.; Petersen, N.J.; Menke, T.J.; Brody, B.A.; Kuykendall, D.H.; Hollingsworth, J.C.; Ashton, C.M.; Wray, N.P. (2002): A controlled trial of arthroscopic surgery for osteoarthritis of the knee. *N Engl J Med*, 347(2):81-88.
  120. Mostafa, A.A.; Griffon, D.J.; Thomas, M.W.; Constable, P.D. (2008): Proximodistal alignment of the canine patella: radiographic evaluation and association with medial and lateral patellar luxation. *Vet Surg*, 37(3):201-211.
  121. Nickisch, F.; Barg, A.; Saltzman, C.L.; Beals, T.C.; Bonasia, D.E.; Phisitkul, P.; Femino, J.E.; Amendola, A. (2012): Postoperative complications of posterior ankle and hindfoot arthroscopy. *J Bone Joint Surg Am*, 94(5):439-446.
  122. Nord, R.M.; Meislin, R.J. (2010): Hip arthroscopy in adults. *Bull NYU Hosp Jt Dis*, 68(2):97-102.
  123. Nusem, I.; Jabur, M.K.A.; Playford, E.G. (2006): Arthroscopic treatment of septic arthritis of the hip. *Arthroscopy*, 22(8):902.e1-902.e3.
  124. O'Holleran, J.D.; Altchek, D.W. (2006): The thrower's elbow: arthroscopic treatment of valgus extension overload syndrome. *HSS J*, 2(1):83-93.
  125. O'Brien, S.J.; Gonzalez, D.M.; Wright, J.M.; Fealy, S. (1997): The adduction distraction maneuver. *Arthroscopy*, 13(4):530-532.
  126. Olivieri, M.; Ciliberto, E.; Hulse, D.A.; Vezzoni, A.; Ingravalle, F.; Peirone, B. (2007): Arthroscopic treatment of osteochondritis dissecans of the shoulder in 126 dogs. *Vet Comp Orthop Traumatol*, 20(1):65-69.
  127. Oloft, L.M.; Schulhofer, S.D.; Bocko, A.P. (2001): Subtalar joint arthroscopy for sinus tarsi syndrome: a review of 29 cases. *J Foot Ankle Surg*, 40(3):152-157.
  128. Park, J.; Ro, K.; Lee, D. (2013): Localized nodular synovitis of the infrapatellar fat pad. *Indian J Orthop*, 47(3):313-316.

129. Pässler, H.H.; Yang, Y. (2012): The past and the future of arthroscopy. En: Doral, M.N.; Tandoğan, R.N.; Mann, G.; Verdonk, R. (eds). Sports Injuries: prevention, diagnosis, treatment and rehabilitation. 1ª edición. Springer-Verlag Berlin Heidelberg, Berlín, Alemania. Pp. 5-13.
130. Person, M.W. (1989): Arthroscopy of the canine coxofemoral joint. *Compend Contin Educ Pract Vet*, 11(8):930-935.
131. Piermattei, D.L.; Flo, G.L.; De Camp, C.E. (2006): Arthrology. En: Brinker, Piermattei, and Flo's Handbook of small animal orthopedics and fracture repair. 4ª edición. Saunders Elsevier, St Louis, Missouri, EE.UU. 818 páginas.
132. Popesko, P. (1998): Atlas de anatomía topográfica de los animales domésticos. Volumen 1 (Cabeza y cuello). 2ª edición. Masson SA, Barcelona, España. 211 páginas.
133. Porcellini, G.; Merolla, G.; Campi, F.; Pellegrini, A.; Bodanki, C.S.; Paladini, P. (2013): Arthroscopic treatment of early glenohumeral arthritis. *J Orthop Traumatol*, 14(1):23-29.
134. Pozzi, A.; Hildrethm, B.E.; Rajala-Schultz, P.J. (2008): Comparison of arthroscopy and arthrotomy for diagnosis of medial meniscal pathology: an ex vivo study. *Vet Surg*, 37(8):749-755.
135. Qin-wei, G.; Yue-lin, H.; Chen, J.; Chang-long, Y.; Ying-fang, A. (2010): Arthroscopic treatment for osteochondral lesions of the talus: analysis of outcome predictors. *Chin Med J*, 123(3):296-300.
136. Reigstad, O.; Grimsgaard, C. (2006): Complications in knee arthroscopy. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*, 14(5):473-477.
137. Ridge, P. (2009): Feline shoulder arthroscopy using a caudolateral portal, a cadaveric study. *Vet Comp Orthop Traumatol*, 22(4):289-293.
138. Ridge, P.A. (2011): A retrospective study of the rate of postoperative septic arthritis following 353 elective arthroscopies. *J Small Anim Pract*, 52(4):200-202.
139. Ridge, P.A. (2006): Isolated medial meniscal tear in a Border Collie. *Vet Comp Orthop Traumatol*, 19(2):110-112.

## Bibliografía

140. Riener, S.; Lehmann, K.; Lorinson, D.; Skalicky, M. (2009): The cranial instrument port in arthroscopy of the canine shoulder joint. *Vet Comp Orthop Traumatol*, 22(4):295-302.
141. Rivas Guerrero, J.F. (2011): Estudio ecográfico del “*Biceps Brachii*” en perros sanos. Tesis Doctoral, Universidad Complutense de Madrid, Madrid.
142. Rochat, M.C. (2012): The shoulder. En: Tobias, K.M.; Johnston, S.A. (eds). *Veterinary Surgery Small Animal*. 1ª edición. Elsevier Saunders, St Louis, Missouri, EE.UU. Pp. 692-708.
143. Rodríguez-Altónaga, J.A. (1998): La artroscopia en el diagnóstico y tratamiento de las lesiones internas de la rodilla canina. Tesis Doctoral, Universidad de León, León.
144. Rodríguez-Quirós, J.; Jiménez, A.; San Román, F.; Guerrero, T. (2008): Rotura del ligamento cruzado en el perro: signos clínicos, diagnóstico y tratamiento. *Canis et Felis*, (95):6-27.
145. Rouvillain, J.L.; Daound, W.; Donica, A; Garron, E.; Uzel, A.P. (2013): Distraction-free arthroscopy for anterolateral impingement. *Eur J Orthop Surg Traumatol*, Nov 13, (Publicación electrónica).
146. Rovesti, G.L.; Margini, A.; Cappellari, F.; Peirone, B. (2006): Clinical application of intraoperative skeletal traction in the dog. *Vet Comp Orthop Traumatol*, 19(1):14-19.
147. Rovesti, G.L.; Margini, A.; Cappellari, F.; Peirone, B. (2006): Intraoperative skeletal traction in the dog: a cadaveric study. *Vet Comp Orthop Traumatol*, 19(1):9-13.
148. Ruberte, J.; Saulet, J.; Navarro, M.; Carretero, A.; Espelt, J. (1996): Tórax y Miembro Torácico (2º Volumen). En: Ruberte, J.; Saulet, J. (eds). *Atlas de Anatomía del Perro y del Gato*. Multimédica, Barcelona, España. 110 páginas.
149. Ruberte, J.; Saulet, J.; Navarro, M.; Carretero, A.; Manesse, M.; Pérez-Aparicio, F.J. (1998): Abdomen, Pelvis y Miembro Pelviano (3º Volumen). En: Ruberte, J.; Saulet, J. (eds). *Atlas de Anatomía del Perro y del Gato*. Multimédica, Barcelona, España. 120 páginas.

150. Runge, J.J.; Kelly, S.P.; Gregor, T.P.; Kotwal, S.; Smith, G.K. (2010): Distraction index as a risk factor for osteoarthritis associated with hip dysplasia in four large dog breeds. *J Small Anim Pract*, 51(5):264-269.
151. Sammer, D.M.; Shin, A.Y. (2011): Arthroscopic management of septic arthritis of the wrist. *Hand Clin*, 27(3):331-334.
152. Samoy, Y.; Gielen, I.; van Caelenberg, A.; van Bree, H.; Duchateau, L.; van Ryssen, B. (2012): Computed tomography findings in 32 joints affected with severe elbow incongruity and fragmented medial coronoid process. *Vet Surg*, 41(4):486-494.
153. Samoy, Y.C.A.; Bakker, E.; van Vynckt, D.; Coppieters, E.; van Bree, H.; van Ryssen, B. (2013): Arthroscopic treatment of fragmented coronoid process with severe elbow incongruity. Long-term follow-up in eight bernese mountain dogs. *Vet Comp Orthop Traumatol*, 26(1):27-33.
154. Sampson, T.G. (2001): Complications of hip arthroscopy. *Clin Sports Med*, 20(4):831-835.
155. Schaefer, S.L.; Forrest, L.J. (2006): Magnetic resonance imaging of the canine shoulder: an anatomic study. *Vet Surg*, 35(8):721-728.
156. Schebitz, H.; Wilkens, H. (1989): Atlas de anatomía radiográfica canina y felina. Ed. Grass Ediciones, Barcelona. 244 páginas.
157. Scherrer, W.; Holsworth, I.; Goossens, M.; Schulz, K. (2005): Coxofemoral arthroscopy and total hip arthroplasty for management of intermediate grade fibrosarcoma in a dog. *Vet Surg*, 34(1):43-46.
158. Scholten, P.E.; van Dijk, C.N. (2012): Combined posterior and anterior ankle arthroscopy. *Case Rep Orthop*, 2012, ID 693124.
159. Schulz, K.S. (2012): Arthroscopy. En: Tobias, K.M.; Johnston, S.A. (eds). *Veterinary Surgery Small Animal*. 1ª edición. Elsevier Saunders, St. Louis, Missouri, EE.UU. Pp. 1135-1158.
160. Schulz, K.S.; Holsworth, I.G.; Hornof, W.J. (2004): Self-retaining braces for canine arthroscopy. *Vet Surg*, 33(1):77-82.



## Bibliografía

161. Siemering, G.H. (1978): Arthroscopy of dogs. *J Am Vet Med Assoc*, 172(5):575-577.
162. Simkin, P.A. (1995): Feeling the pressure. *Ann Rheum Dis*, 54(8):611-612.
163. Singleton, B.; Joshi, A.; Schwartz, M.A.; Collinge, C.A. (2005): Arthroscopic bullet removal from the acetabulum. *Arthroscopy*, 21(3):360-364.
164. Smart, L.R.; Oetgen, M.; Noonan, B.; Medvecky, M. (2007): Beginning hip arthroscopy: indications, positioning, portals, basic techniques, and complications. *Arthroscopy*, 23(12):1348-1353.
165. Smith, G.K.; Karbe, G.T.; Agnello, K.A.; McDonald-Lynch, M.B. (2012a): Pathogenesis, diagnosis and control of canine hip dysplasia. En: Tobias, K.M.; Johnston, S.A. (eds). *Veterinary Surgery Small Animal*. 1ª edición. Elsevier Saunders, St. Louis, Missouri, EE.UU. Pp. 824-848.
166. Smith, T.J.; Baltzer, W.I.; Löhr, C.; Stieger-Vanegas, S.M. (2012b): Primary synovial osteochondromatosis of the stifle in an English Mastiff. *Vet Comp Orthop Traumatol*, 25(2):160-166.
167. Stutz, G.; Kuster, M.S.; Kleinstück, F.; Gächter, A. (2000): Arthroscopic management of septic arthritis: stages of infection and results. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*, 8(5):270-274.
168. Tagaki, K. (1939): The arthroscope. *J Jap Orthop Assoc*, 14:359-441.
169. Takahashi, T.; Lai, H.; Hirose, D.; Handa, N.; Yamamoto, H. (2000): Distraction in the lateral position in elbow arthroscopy. *Arthroscopy*, 16(2):221-225.
170. Tanaka, N.; Sakahashi, H.; Sato, E.; Hirose, K.; Isima, T. (2003): Influence of the infrapatellar fat pad resection in a synovectomy during total knee arthroplasty inpatients with rheumatoid arthritis. *J Arthroplasty*, 18(7):897-902.
171. Theken, R.; Reiman, P.; Njus, G.; Kay, D.B.; Albert, J. (1992): Ligament strain and ankle joint opening during ankle distraction. *Arthroscopy*, 8(4):469-473.
172. Thieman, K.M.; Pozzi, A.; Ling, H.A.; Lewis, D. (2010): Comparison of contact mechanics of three meniscal repair techniques and partial meniscectomy in cadaveric dog stifles. *Vet Surg*, 39(3):355-362.

173. Thompson, K. (2007): Bones and joints. En: Maxie, M.G. (ed). Jubb, Kennedy & Palmer's Pathology of domestic animals. 5ª edición. Elsevier, Philadelphia, EE.UU. Pp. 1-184.
174. Tivers, M.S.; Mahoney, P.; Corr, S.A. (2008): Canine stifle positive contrast computed tomography arthrography for assessment of caudal horn meniscal injury: a cadaver study. *Vet Surg*, 37(3):269-277.
175. Todhunter, R.J.; Johnston, S.A. (1993): Osteoarthritis. En: Slatter, D. (ed). Textbook of small animal surgery. 3ª edición. Saunders, Philadelphia, EE.UU. Pp. 2208-2246.
176. Tortora, G.J.; Derrickson, B. (2013): Articulaciones. En Tortora, G.J.; Derrickson, B. (eds.): Principios de anatomía y fisiología. 13ª edición. Editorial Médica Panamericana, Madrid, España. Pp. 289-326.
177. van Bree, H.; Van Ryssen, B.; Desmidt, M. (1992): Osteochondrosis lesions of the canine shoulder: correlation of positive contrast arthrography and arthroscopy. *Vet Radiol Ultrasound*, 33(6):342-347.
178. van Bree, H.J.; van Ryssen, B. (1998): Diagnostic and surgical arthroscopy in osteochondrosis lesions. *Vet Clin North Am Small Anim Pract*, 28(1):161-189.
179. van Bree, H.; Gielen, I. (2006): The shoulder joint and scapula. En: Barr, J.F.; Kirberger, R.M. (eds). BSAVA Manual of canine and feline musculoskeletal imaging. BSAVA, Gloucester, Reino Unido. Pp. 86-102.
180. van Dijk, C.N.; Scholte, D. (1997): Arthroscopy of the ankle joint. *Arthroscopy*, 13(1):90-96.
181. Van Ryssen, B.; van Bree, H. (1992): Arthroscopic evaluation of osteochondrosis lesions in the canine hock joint: a review of two cases. *J Am Anim Hosp Assoc*, 28(4):295-299.
182. Van Ryssen, B.; van Bree, H.; Simoens, P. (1993a): Elbow arthroscopy in clinically normal dogs. *Am J Vet Res*, 54(1):191-198.
183. Van Ryssen, B.; van Bree, H.; Vyt, P. (1993b): Arthroscopy of the canine hock joint. *J Am Anim Hosp Assoc*, 29:107-115.

## Bibliografía

184. Van Ryssen, B.; van Bree, H. (1997): Arthroscopic findings in 100 dogs with elbow lameness. *Vet Record*, 140(14):360-362.
185. Vaquero-Martin, J. (2004): La artroscopia. En: Manual SECOT de Cirugía Ortopédica y Traumatología. 1ª edición. Editorial Médica Panamericana, Madrid, España, pp. 85-94.
186. Waibil, H. ; Mayrhofer, E.; Matis, U.; Brunnberg, L.; Köstlin, R. (2006): Atlas radiológico de anatomía del perro. Ediciones Mayo, S.A., Barcelona.176 páginas.
187. Wall, C.R.; Taylor, R. (2002): Arthroscopic biceps brachii tenotomy as a treatment for canine bicipital tenosynovitis. *J Am Anim Hosp Assoc*, 38(2):169-175.
188. Walton, J.R.; Murrell, G.A. (2012): A two-year clinical outcomes study of 400 patients, comparing open surgery and arthroscopy for rotator cuff repair. *Bone Joints Res*, 1(9):210-217.
189. Warnock, J.J.; Beale, B.S. (2004): Arthroscopy of the antebrachiocondylar joint in dogs. *J Am Vet Med Assoc*, 224(6):867-874.
190. Wettstein, M.; Jung, J.; Dienst, M. (2006): Arthroscopic psoas tenotomy. *Arthroscopy*, 22(8):907.e1-907.e4.
191. Whatmough, C.; Moores, A.P.; Magalhaes, R.S.; Lamb, C.R. (2008): Factors affecting width of the canine femorotibial joint space in nonweight-bearing radiographs. *Vet Radiol Ultrasound*, 49(2):129-134.
192. Whittington, K.; Banks, W.C.; Carlson, W.D.; Hoerlein, B.F.; Husted, P.W. (1961): Report of panel on canine hip dysplasia. *J Am Vet Med Assoc*, 139:791-806.
193. Wiley, A.M.; Older, M.W. (1980): Shoulder arthroscopy. Investigations with a fiberoptic instrument. *Am J Sports Med*, 8(1):31-38.
194. Wingstrand, H.; Wingstrand, A.; Krantz, P. (1990): Intracapsular and atmospheric pressure in the dynamics and stability of the hip: a biomechanical study. *Acta Orthop Scand*, 61(3):231-235.
195. Wirtz, D.C.; Marth, M.; Miltner, O.; Schneider, U.; Zilkens, K.W. (2001): Septic arthritis of the knee in adults: treatment by arthroscopy or arthrotomy. *Int Orthop*,

- 25(4):239-241.
196. Witsberger, T.H.; Villamil, J.A.; Schultz, L.G.; Hahn, A.W.; Cook, J.L. (2008): Prevalence of and risk factors for hip dysplasia and cranial cruciate ligament deficiency in dogs. *J Am Vet Med Assoc*, 232(12):1818-1824.
  197. Wolf, R.E.; Scavelli, T.D.; Hoelzer, M.G.; Fulcher, R.P.; Bastian, R.R. (2012): Surgical and postoperative complications associated with tibial tuberosity advancement for cranial cruciate ligament rupture in dogs: 458 cases (2007-2009). *J Am Vet Med Assoc*, 240(12):1481-1487.
  198. Woo, S.L.; Orlando, C.A.; Camp, J.F.; Akeson, W.H. (1986): Effects of postmortem storage by freezing on ligament tensile behavior. *J Biomech*, 19(5):399-404.
  199. Wucherer, K.L.; Ober, C.P.; Conzemius, M.G. (2012): The use of delayed gadolinium enhanced magnetic resonance imaging of cartilage and T2 mapping to evaluate articular cartilage in the normal canine elbow. *Vet Radiol Ultrasound*, 53(1): 57-63.
  200. Yamamoto, Y.; Ide, T.; Hachisuka, N.; Maekawa, S.; Akamatsu, N. (2001): Arthroscopic surgery for septic arthritis of the hip joint in 4 adults. *Arthroscopy*, 17(3): 290-297.
  201. Yates, C.K.; Grana, W.A. (2010): Arthroscopy classics. A simple distraction technique for ankle arthroscopy. *Arthroscopy*, 26(7):990-991.
  202. Ye, J.X.; Shen, G.S.; Zhou, H.B.; Xu, W.; Xie, Z.G.; Dong, Q.R.; Xu, Y.J. (2013): Arthroscopic reconstruction of the anterior cruciate ligament with the LARS artificial ligament: thirty-six to fifty-two months follow-up study. *Eur Rev Med Pharmacol Sci*, 17(11):1438-1446.
  203. Yoshimura, I.; Kanazawa, K.; Takeyama, A.; Ida, T.; Hagio, T.; Angthong, C.; Naito, M. (2012): The effect of screw position and number on the time to union of arthroscopic ankle arthrodesis. *Arthroscopy*, 28(12):1882-1888.
  204. Young, B.H.; Flanigan, R.M.; DiGiovanni, B.F. (2011): Complications of ankle arthroscopy utilizing a contemporary noninvasive distraction technique. *J Bone Joint Surg Am*, 93(10):963-968.

## *Bibliografía*

205. Zengerink, M.; van Dijk, C.N. (2012): Complications in ankle arthroscopy. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*, 20(8):1420-1431.
206. Żyluk, A.; Piotuch, B. (2012): The management of scapholunate wrist instability: a review. *Pol Orthop Traumatol*, 77:83-89.